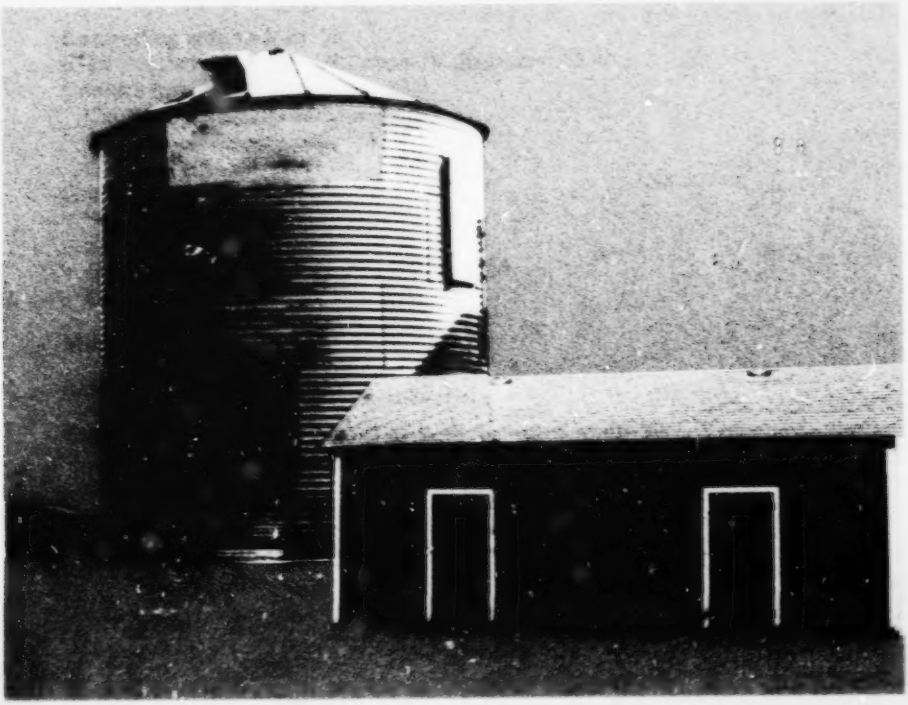
Insects, mites, and molds in farm-stored grain in the Prairie Provinces

Agriculture Canada

Publication 1595/E



Canada

84- 4251 /

PUBLICATION 1595E, available from
Communications Branch, Agriculture Canada,
Ottawa K1A 0C7

©Minister of Supply and Services Canada 1984
Cat. No. A43—1595/1984E ISBN: 0-662-12956-3
Printed 1982 Revised 1983 10M—4:84

Également disponible en français sous le titre
Insectes, acariens et moisissures nuisibles aux grains entreposés à la ferme dans les provinces des Prairies

CONTENTS

Introduction 5

Common pests of stored grain 6
Beetles 7
Moths 10
Mites 11
Psocids 13
Molds (storage fungi) 14
Mycotoxins 14

Causes of grain spoilage and infestations 14

Types of storage, and prevention of spoilage, storage fungi, and infestations 16
Prevention of spoilage by air circulation 17
Prevention and control of storage fungi 18
Prevention of insect infestations 18
Prevention of mite infestations 21

Detecting infestations 21

Controlling infestations 22
Cold weather treatment and sanitary measures 22
Contact insecticide treatments 23
  Cautions when you use sprays 24
  Dilution of concentrates 24
  Grain treatment 24
Grain fumigation 26
  Surface sprays with fumigants 27
  Spot treatment 27
  Grain treatment with solid fumigants 27
  Cautions 29

More information 30

Acknowledgments 30

Common and scientific names of pests in stored grain 30

GOOD STORAGE PRACTICES

You can prevent losses from insects, mites, and molds by storing your grain properly.

- Harvest grain as dry as possible. Tough or damp grain is more likely to heat and become infested than is dry grain.
- Before storing the new crop prepare the granary by sweeping the floor and walls, burning or burying sweepings that contain spoiled or infested grain, repairing the building to make it weatherproof, and spraying the walls and floors with a recommended insecticide.
- Examine stored grain every 2 weeks for signs of heating or infestation. During winter, control heating or infestations by moving the grain to another bin. If this is not possible, the installation and proper use of natural air ventilation systems are strongly recommended. Fumigants should be applied only by experienced people. Observe precautions during application of insecticides.
- Preventing infestations is easier, safer, and less expensive than controlling them.
- Recommendations for pesticide use in this publication are intended as guidelines only. Any application of a pesticide must be in accordance with directions printed on the product label of that pesticide as prescribed under the *Pest Control Products Act*. Use a pesticide registered by Agriculture Canada and listed in the *Compendium of Pest Control Products Registered in Canada*. A pesticide should also be recommended by provincial authorities. Because recommendations may vary from province to province, consult your provincial agricultural representative for specific advice.

Insects, mites, and molds in farm-stored grain in the Prairie Provinces

Edited and compiled by S. R. Loschiavo

Contributors: D. Abramson, P. S. Barker, S. R. Loschiavo, J. T. Mills, R. N. Sinha, L. B. Smith, F. L. Watters,* and N. D. G. White

Research Station, Winnipeg, Manitoba

INTRODUCTION

Protecting stored grain from spoilage is an essential part of grain production. Insects and mites eat stored grain, cause it to heat, and spoil its appearance. Infested grain is hard to sell, and heated grain is downgraded by inspectors. Losses in weight and quality are a high price to pay for failing to protect grain from infestations. These losses can usually be prevented by storing grain as dry as possible in clean, weatherproof, uninfested, and preferably aerated granaries. Such practices maintain the quality of the grain and ensure its salability.

The insects and mites that attack stored grain vary in appearance and behavior from those that infest growing crops. They are mostly small, light-avoiding pests that are capable of penetrating deeply into bulks of stored grain. In empty granaries, they hide in cracks and crevices where they can survive in grain residues until they infest newly harvested grain. Stored-grain pests feed on dried animal and vegetable matter. Some may survive on food that contains as little as 8% moisture, and some may tolerate extreme temperatures. The cold-hardy insects are particularly widespread because some of them can survive the winter in stored grain. During summer, some insects fly and may be carried by the wind to granaries and even into houses.

*Retired

Stored grain also contains storage molds or fungi that can attack stored grain and cause spoilage. Molds develop rapidly in grain that is stored either in a tough or damp condition in warm weather. Under certain conditions of harvest and storage, some fungi may produce poisonous by-products called mycotoxins.

COMMON PESTS OF STORED GRAIN

More than 50 species of insects and mites have been found in stored grain in the Prairie Provinces. Fortunately, only a few of these cause serious damage. The others are fungus feeders, scavengers, predators, and parasitoids.

Beetles and moths are the most damaging pests of stored grain. They have four life stages: egg, larva, pupa, and adult.

The eggs are either laid within or inserted in the crevices of a grain kernel, between kernels, or in grain dust and waste grain in floor and wall cracks.

The larva is the only stage during which the insect grows, and it consumes several times its own weight in food. Since the larval skin cannot stretch, it splits and is cast off periodically to allow the larva to increase in size. Larval skins found in grain and grain products are often the only visible signs that insects are present.

The pupa, which forms after the last larval molt, does not feed. In some beetle species, the pupa is enclosed in a cell, or cocoon, constructed by the larva. During the pupal stage, the insect undergoes extreme internal and external changes that lead to the development of the adult.

Adults of the most damaging stored-grain insects are 0.1–0.4 cm long. The adult has three pairs of legs and its body is divided into three parts: head, thorax, and abdomen. The head contains mouthparts and sense organs; the thorax comprises legs and wings; and the abdomen contains the reproductive organs. Adults move in the spaces between kernels and can penetrate deeply into a pile of grain.

Some insects can fly and have a wide distribution. Beetles, however, have poorly developed wings and many species are unable to fly. Notable exceptions are the rusty grain beetle and the red flour beetle. Adults and larvae of some beetles have strong jaws that enable them to feed on broken grain and chew holes in grain kernels. Adult moths can feed only by sucking fluids, but moth larvae have strong jaws that can cause extensive damage by feeding on stored grain.

Mites are the smallest of the pests that invade stored grain. Adults of the most common stored-grain mites are 0.3–0.6 mm long and have four pairs of legs.

Many of the storage pests that occur in the Prairie Provinces can survive winter temperatures. Insects cannot reproduce at temperatures below about 17°C and mites at below 3°C, but when grain temperatures are higher, storage pests can do extensive damage. The moisture content of grain also influences the extent to which insects and mites infest grain and cause it to heat and spoil. Grain that has been assigned a straight grade is less prone to spoilage than grain that has been graded tough or damp (see Table 1, p. 15).

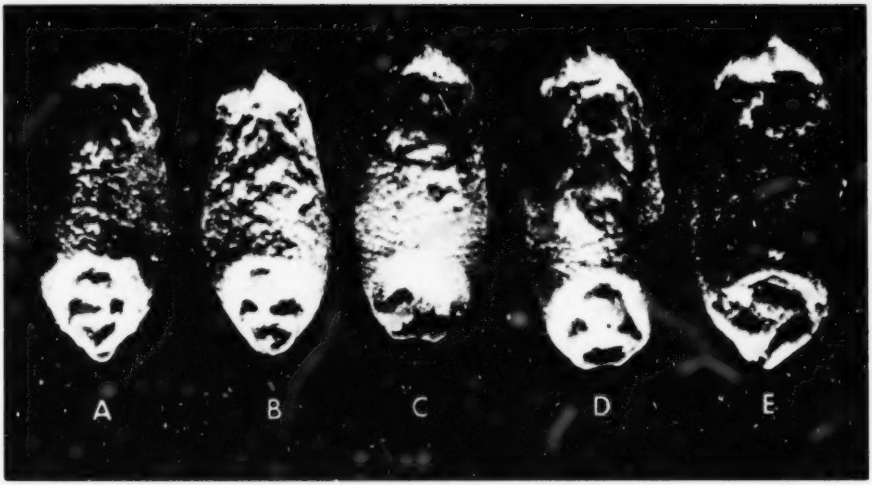


Fig. 1 Wheat damaged by stored-grain insects: *A*, undamaged kernel; *B*, germ damaged by the rusty grain beetle; *C*, germ damaged by red flour beetle; *D*, germ damaged by saw-toothed grain beetle; and *E*, endosperm damaged by granary weevil.

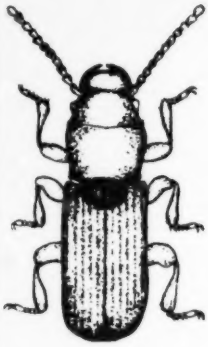
The most destructive storage pests in the Prairie Provinces are cold-hardy, have high reproductive rates, can penetrate to great depths in stored grain bulks, and can readily adapt and establish themselves in a wide variety of foods.

The insects that infest farm-stored grain in the Prairie Provinces are rusty grain beetles, several species each of flour beetles and fungus beetles, saw-toothed grain beetles, granary weevils, hairy spider beetles, and meal moths. Grain mites also commonly occur in stored grain, but because of their microscopic size they are often unnoticed. Descriptions of the most common pests follow (see diagrams).

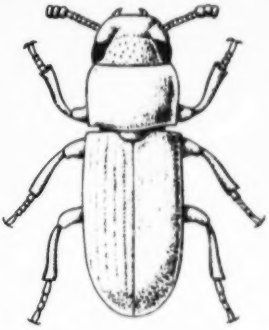
Beetles

The rusty grain beetle is the most serious pest of stored grain in most regions of Canada. Heavy infestations of this insect cause grain to heat and spoil. The adult is a flat, rectangular, reddish brown beetle, 0.2 cm long, and has long threadlike antennae that project forward like a V. It moves rapidly in warm grain and can fly when the air temperature is above 23°C. Eggs are laid in grain and grain dust and in the crevices of kernels. The tiny larvae feed on and then penetrate the germs of sound kernels. In about 20 days, eggs become adults in wheat at 14.5% moisture content and 31°C.

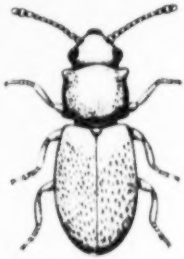
The red flour beetle has been reported more often in stored grain since 1971 than in previous years. Serious infestations have occurred in farm-stored grain and in country elevators at various locations throughout the Prairie



Rusty grain beetle
Length 0.2 cm



Red flour beetle
Length 0.4 cm



Foreign grain beetle
Length 0.25 cm

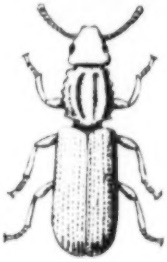
Squarenosed fungus beetle
Average length 0.18 cm

Provinces. The adult, which resembles the confused flour beetle, is reddish brown and 0.4 cm long. However, the confused flour beetle is rarely found in stored grain. The two species are difficult to distinguish without the aid of a magnifying glass or microscope. Red flour beetles can fly in warm weather or may be blown by the wind into farmhouses and other buildings. The larvae and adults of both species feed on the germ of wheat kernels and on grain dust and dockage. They complete development from egg to adult in about 4 weeks under optimal conditions of 31°C and 15% moisture content.

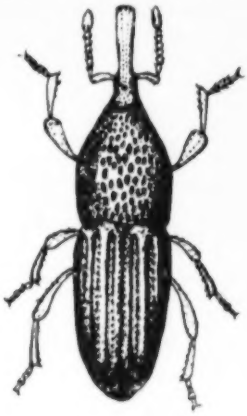
The American black flour beetle is somewhat larger than the red flour beetle. It is found occasionally in empty granaries but does not usually infest stored grain.

Fungus beetles usually infest tough or damp grain by feeding on grain dust and molds that grow near the grain surface. Dry grain stored next to tough or damp grain may also become infested. Because certain species of fungus beetles resemble the rusty grain beetle and are about the same size, control measures are often needlessly applied. Therefore, insects should be correctly identified before chemical control measures are applied. The foreign grain beetle and the squarenosed fungus beetle are the most common fungus-feeding insects found in stored grain in the Prairie Provinces.

Producers or grain handlers should be as concerned about fungus beetles in stored grain as they are about the rusty grain beetle, because the presence of fungus beetles indicates that molds and high moisture are present and that the grain may be going out of condition. If measures to move the grain are not taken, all or most of the grain may spoil resulting in significant losses.



Sawtoothed grain beetle
Length 0.3 cm



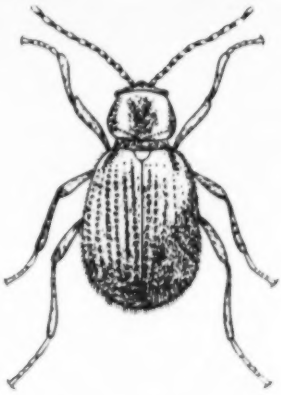
Granary weevil
Length 0.35 cm

Controlling fungus beetles by fumigation will not stop grain spoilage by molds. If fungus beetles are present, the grain must be turned to break up tough or damp pockets.

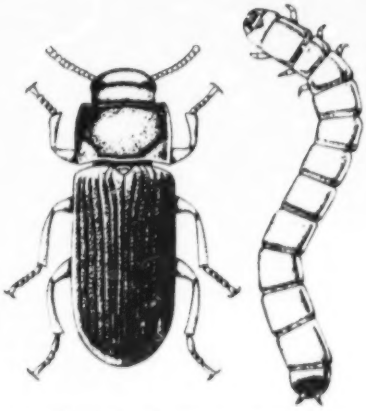
Sawtoothed grain beetles are more common in stored oats than in stored wheat and barley. The insect is capable of increasing its numbers rapidly in large bulks of grain and in animal feeds stored in heated premises. They cause grain to heat and can survive the winter in grain dust and tough grain. The adult is brown, about 0.3 cm long, and has six toothlike projections on each side of the thorax. It is active in warm grain and takes about 22 days to complete development from egg to adult under optimal conditions, 31–34°C and 14–15% moisture content.

The granary weevil is one of the most destructive pests of stored grain in the world. It is rare in the Prairie Provinces. The adult has a distinctive snout, which it uses to bore holes in grain kernels. The female deposits a single egg in a hole in each kernel and then seals the opening with a gelatinous fluid. The larva feeds on the endosperm, and completes its development within the kernel. The pupa that is formed transforms into an adult that chews a hole in the side of the kernel and emerges. Development from egg to adult takes 25–35 days under optimal conditions of 26–30°C and 14% moisture content. The dark brown weevil is about 0.3–0.4 cm long. When disturbed, it folds its legs under its body and appears to be dead.

In recent years, the rice weevil has been found in some elevators. It is 0.2–0.4 cm long and has four distinct reddish orange spots on the wings, which are folded over the abdomen. It completes development from egg to adult in 28 days at 30°C and 14% moisture content.



Hairy spider beetle
Length 0.35 cm



Yellow mealworm and adult
Length of adult 1.5 cm

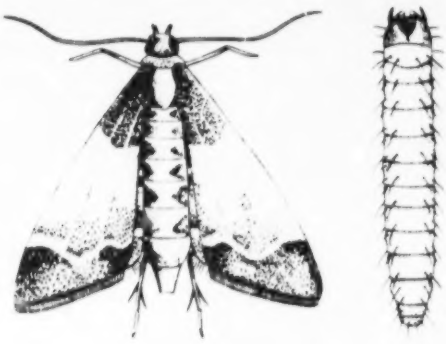
The hairy spider beetle is mainly a pest of wheat flour and animal feeds, but it may also infest some stored grain near the surface. Adults and larvae have strong jaws with which they chew large irregular holes in the endosperm of kernels. The adult is 0.35 cm long and has long spiderlike legs and long thin antennae. This beetle has only one generation a year. Three or four larvae often cement five to eight kernels together to form a cluster, where they feed and grow for up to 5 months, and then each constructs its own pupal cell. The pupa forms within the cell and emerges as an adult.

Yellow mealworms are the largest insects found in stored grain. They are not common pests on farms but large numbers sometimes occur on the grain surface. Yellow mealworms first infest animal feeds and then move into stored grain. The adults are black beetles about 1.5 cm long; the larvae are yellow and 0.2–2.8 cm long. Yellow mealworms prefer dark, damp places in a granary or feed warehouse. The adults live for only 2–3 weeks, but the larvae may take several months to change into pupae

Moths

In the Prairie Provinces, moths infest farm-stored grain to a lesser extent than beetles. Low temperatures in winter control moth infestations, which are confined mainly to the surface layers of tough or damp grain that may be heating.

Meal moths usually occur in patches of moldy grain. The larvae are cream-colored, have black heads, and are about 2 cm long when full-grown.



Meal moth and larva
Adult wingspread 2.5 cm

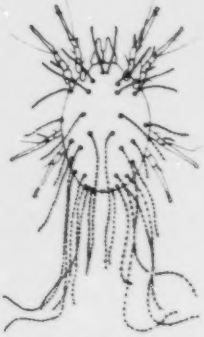
They produce a silklike substance that webs the kernels together in clumps. The moth has a wingspread of 2.5 cm. The fore wings are light brown, with dark brown patches at the bases and tips. Each wing has two wavy, white stripes. The life cycle takes about 2 months to complete in summer.

Mites

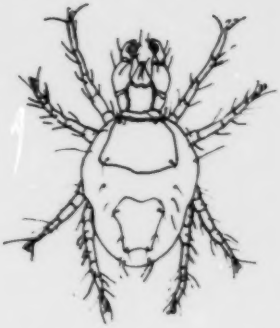
Grain mites are tiny, fragile creatures that are hard to see with the naked eye. Unlike an adult insect, which has a distinct head, thorax, and abdomen and six legs, an adult mite has a saclike body with eight legs. It can withstand low temperatures in winter, feed on broken grain, weed seeds, dockage, and mold found in bulk grain and is therefore well adapted for infesting stored grain and oilseeds in the Prairie Provinces. Tough and damp pockets of cereals and rapeseed (canola) are favorite breeding places for mites. About 25% of such seed may be infested with mites. About eight kinds of mites are common in farm granaries and elevators. They give a strong minty odor to infested grain. Their life cycle is composed of the egg stage, the six-legged larva stage, 2–3 eight-legged nymphal stages, and the eight-legged adult stage. One of the developmental stages can change into a nonfeeding hypopus stage that could be mobile or inert and is resistant to low winter temperatures, drying, starvation, and most fumigants.

The grain mite attacks the germ of cereals causing germination loss, and spreads fungi (molds), which are also eaten. Heavily infested grain becomes tainted and unpalatable as animal feed. In some cases, dairy cattle and other

Grain mite
Average length
0.45 mm



Longhaired mite
Average length
0.4 mm



Cannibal mite
Average length
0.5 mm

Glossy grain mite
Less than
0.2 mm long

farm animals develop gastric disorders and other symptoms after eating mite-infested feed.

Adults are 0.3–0.6 mm long and females are larger than males. This mite is pearly white to yellow brown and has a smooth, glistening body with four long hairs arising from the rear end. The grain mite can build up large populations increasing up to sevenfold in 1 week in stored grain, particularly in the fall. Adult females can lay about 500 eggs during a life-span of 42 days. The grain mite can develop from egg to adult in 14 days at 20°C and 14% moisture content. Adults and all immature stages except the hypopus stage die in about a week when exposed to -18°C. Eggs can survive exposure to -10°C for about 12 days or 0°C for 2–3 months.

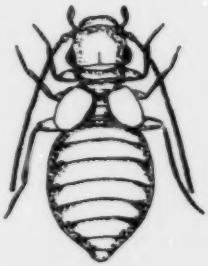
The longhaired mite is the most common kind of storage mite. It is cold-hardy and can live in both straight grade and tough grain. It has many stiff hairs that are longer than its body. It moves rapidly with a jerky gait, and feeds on broken grain, grain dust, and fungi. The adult is white and about 0.3–0.5 mm long. In farm granaries, chronic infestations of this mite generally occur between June and November. It can survive for more than 7 days at -18°C.

The cannibal mite feeds on the grain mite, the longhaired mite, and insect eggs. Unfortunately, cannibal mites are not abundant enough to eliminate all the mite pests that damage grain. They have a diamond-shaped, white body with a chalky white line running the length of the body and pincerlike grasping organs, palps, and long legs. They are 0.4–0.6 mm long. Cannibal mites are active in bulk grain in all seasons, usually in low numbers. In most tough grain they can breed at 12–27°C.

The common, fungus-feeding glossy grain mite is found in aging farm-stored grain. It completes development from the egg to the adult stage in 7 days under optimal conditions of 30°C and 17% moisture content. Its populations build up in stored wheat corresponding to growth of certain storage fungi on which it feeds. Its presence indicates that the grain is becoming moldy and going out of condition. The adult is clear orange or yellowish and less than 0.2 mm long. It can live for about 17 days at 30°C and 90% relative humidity.

Psocids

These insects are slightly larger than grain mites. The adult is soft-bodied and about 0.1 cm long. It has a large head and long antennae, and some species have wings. The female lays about 100 eggs in 3 weeks and these eggs develop into adults during the summer. The period of development from egg to adult is about 21 days at 27°C and 13% moisture content and some adults can live for 51 days without feeding. Psocids are not important pests of stored grain, although they can feed on damaged kernels and are found in tough or damp grain. They are usually found with other insects or mites that are more serious pests of stored grain, often feeding on their eggs.



Psocid
Length 0.1 cm

Molds (storage fungi)

These organisms originate from the soil and decaying plant material. They occur in combines and as spores on stored seeds. Storage fungi are usually inactive at low seed-moisture contents. However, when the moisture content increases, as it does in tough, damp, or accidentally wetted seeds, the spores germinate and different types of mold develop in a definite succession. The first fungus to develop produces moisture that allows other fungi in the succession to germinate. The rate of fungal growth is dependent on seed moisture and temperature. Development of storage fungi on seeds may affect seed quality by causing heating and spoilage, packing or caking effects, reduced germination, and production of off-odors.

Mycotoxins

Mycotoxins are fungal products that are poisonous to some farm animals and other higher forms of life. Toxin-producing strains of *Aspergillus* and *Penicillium* species often grow on stored grain under favorable conditions of temperature and moisture to produce these mycotoxins. Because of high ambient temperature and humidity, such toxins are more of a problem in tropical countries than in the Prairies. Mycotoxins have occasionally been found in areas of Canada where higher humidities prevail.

Mycotoxins, when they do occur, are present at low concentrations, and are detectable only by lengthy and complex chemical analysis. Their specific toxicity is high, and the health of farm animals can be affected at the parts per million level, or less. In cases of acute poisoning due to moldy feed, large numbers of animals may be prostrate or dying; during chronic poisoning cases, diminished livestock productivity is observed. Farmers suspecting mycotoxin poisoning should consult their veterinarians.

Stored grain often becomes contaminated with blue-green *Penicillium* molds through accidental dampening or incorrect storage, and toxigenic strains of this fungus may be encountered. Resulting contamination by ochratoxin A, a potent kidney toxin, has been observed in damp wheat and barley. It is advisable not to feed animals, especially swine and poultry, grain that is suspected of being contaminated by this toxin.

CAUSES OF GRAIN SPOILAGE AND INFESTATIONS

Grain that has been harvested tough or damp may heat and become infested with insects or infected by fungi during storage. Bumper crops and low delivery quotas may force farmers to store grain in temporary storages such as open cribs, barns, machinery sheds, and uninhabited houses. If the grain cools uniformly during the winter it will not spoil. But if it is stored in a bin that holds more than about 30 t, moisture may condense at the surface or sides, spoilage organisms may develop, and insects may thrive and reproduce.

Even when grain has been stored in a dry condition, moist spots may develop. Patches of grain become moist when water vapor moves in convection currents of air from warm to cool grain. Wet patches also form in the grain when rain or snow gets into the granary through ventilators and cracks in the roof and walls. In most cases, the drying action of the prairie winds reduces the risk of damage. But high-moisture grain is always subject to spoilage, and constant attention is required to prevent the conditions that cause grain to deteriorate.

Grain is often binned at high temperatures during warm harvest weather or after it has been dried. Because grain is a good insulator (one-third that of cork), it cools slowly. Parts of the grain, particularly the central part, may remain warm for several weeks during fall and early winter. Under these conditions, the surface and outside layers of the grain cool rapidly, and moisture in the central part moves through the intergranular spaces, condenses on the cooler surface grain, and causes it to germinate. Storage fungi, which are always present, grow and produce heat whenever conditions are favorable for them.

High moisture content in stored grain is an important factor that leads to grain spoilage (Table 1).

Table 1. Percentage of moisture content of tough or damp cereal grains, oil seeds, and legumes*

	Percentage of moisture content	
	Tough	Damp
Wheat	14.6–17.0	over 17.0
Amber durum	14.6–17.0	over 17.0
Buckwheat	16.1–18.0	over 18.0
Oats	14.1–17.0	over 17.0
Barley	14.9–17.0	over 17.0
Flaxseed	10.6–13.5	over 13.5
Canola (Rapeseed)	10.1–12.5	over 12.5
Mustard seed	10.6–12.5	over 12.5
Rye	14.1–17.0	over 17.0
Peas	16.1–18.0	over 18.0
Corn	15.6–17.5	17.6–21.0
Soybeans	14.1–16.0	16.1–18.0
Sunflower	9.6–13.5	13.6–17.0

**Source: *Grain grading handbooks for Western and Eastern Canada.* 1 August 1980. Canadian Grain Commission, Winnipeg, Man.*

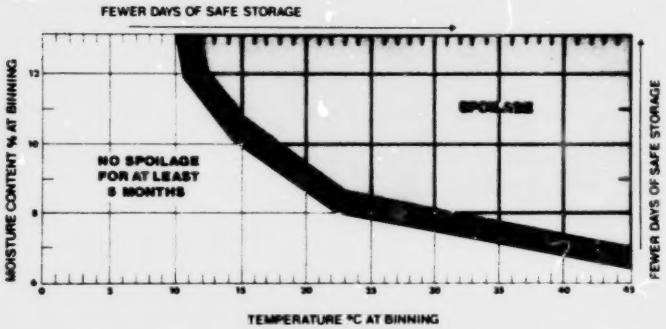
Grain that has been graded tough or damp requires more attention than straight-grade grain in order to prevent spoilage. It is subject to loss in grade when delivered to the elevator, because it must be dried to straight grade before it can be put into commercial export channels. High-moisture grain

must be placed in special bins and shipped separately. Such grain is also more susceptible to infestation than straight-grade grain.

In the following canola storage time chart a spoilage-free 5-month storage period for various combinations of temperature and moisture content is predicted.*

The insects, mites, and molds that cause grain to heat and lose condition are inactive at low temperatures (below about 8°C for insects, 0°C for mites, and −8°C for molds). Tough and damp grain stored in bulks of less than 30 t usually cools rapidly and evenly during winter. The surface also dries to a certain extent. But a bulk larger than 30 t cools more slowly, and temperature differences between the center and the surface may cause condensation and spoilage.

CANOLA STORAGE TIME CHART *



TYPES OF STORAGE, AND PREVENTION OF SPOILAGE, STORAGE FUNGI, AND INFESTATIONS

Well-constructed granaries are essential to prevent infestations and preserve grain quality during long-term storage. The best granaries are weatherproofed, ventilated, and of single-wall construction. Several 27-t granaries are better than a few larger ones, because small bulks cool faster and more evenly than large bulks. Granaries should be built on high, well-drained land to protect the grain from heavy rainfall and spring floods. All types of granaries have advantages and disadvantages for storing grain.

Steel granaries provide fewer places for insects to breed than wooden granaries do. They can also be made rodent-proof, and require far less maintenance than wooden granaries. Infested grain can be fumigated more effectively in tightly constructed granaries.

*Source: *Canola farming*. Fact sheet No. 4. 1980. Canola storage. Canola Council of Canada.

Most steel granaries are erected on reinforced concrete slabs that sometimes crack and allow ground moisture to seep into the grain. The sides of the granary expand when the granary is filled with grain, and all open seams, especially at the base, must be waterproofed. Use a caulking compound to fill all the cracks in the floor and also the open spaces where the floor and walls are joined. The concrete pads should be shaped slightly convex to shed water. Depressions in the pad hold water, which is absorbed by the grain. Granaries should not be filled to the spout. Ample head room should be left above the surface of the grain for ventilation and drying.

Grain producers are switching to large-capacity metal bins for storage purposes. Because problems with moisture migration may occur in these bins, it is strongly recommended that aeration systems be installed to reduce the risk of spoilage and insect or mite infestations during storage.

Most small wooden granaries hold about 27 t of wheat and can usually be moved when they are empty. Old wooden granaries require frequent repairs to keep them weatherproof. Raise the granaries about 15 cm above the ground to allow the air to circulate underneath and to cool the grain uniformly.

Grain is often stored in barns, machinery sheds, and houses when crop yields are above average. Take extra precautions to prevent grain spoilage if you use these types of storage. Fill the cracks in concrete floors with a caulking compound. The double walls in barns often contain infested grain dust. Remove the bottom boards to clean out the debris and apply insecticide sprays or dusts in the spaces between the studs.

You can use either plywood or bales of hay to construct open cribs for temporary grain storage. Locate cribs on high, dry land to avoid losses from ground moisture. Cone the grain as high as possible at the center to shed rain and snow and to avoid a space between the top edge of the crib and the grain surface. Use a dark polyethylene sheet to cover dry grain, but leave tough or damp grain uncovered to promote the drying of grain by the wind.

Prevention of spoilage by air circulation

In the cool climate of the Prairies, the quality of grain and oilseed can be maintained economically by forcing natural air through bulk-stored crops. This is accomplished by blowing in or sucking out air with low airflow rates by means of an axial (or centrifugal) fan attached to a bin equipped with either a perforated duct or a perforated floor. As long as a fan provides an airflow rate of at least 1 L/s (1 litre per second) per cubic metre the grain will be cooled and its temperature and moisture content maintained at a reasonably uniform level. The forced air will reduce moisture migration by decreasing temperature gradients throughout the bulk. When warm air is blown in with a fan immediately after harvest in late summer or fall, the warm outside air will reduce the moisture content of the grain by at least 1% or 2%. For some crops, such as canola (rapeseed), even a minimal amount of grain drying can make the difference between safe crop storage and serious spoilage. Stored canola can spoil quickly, even when the seed is binned at or near straight grade moisture levels. Crop spoilage in storage can be prevented with a relatively small fan. The smaller the fan size the lower will be the costs of energy and initial installation.

As soon as the grain is put into the granary, the fan should be turned on to blow outside air in and allowed to run until the grain temperature is lowered to the level of night temperature. The temperature of grain harvested on a hot day is usually 6–8°C higher than the air temperature. It will be advisable to run the fan in conjunction with a humidistat to conserve electrical energy and regulate moisture reduction. When operated manually, the fan should be switched off during prolonged rainy and foggy days. Insects, mites, and fungi that cause spoilage usually begin their multiplication in a small pocket of tough or damp grain within an otherwise straight-grade grain bulk. This is why it is risky to let too much damp air into the bin during wet days.

When the air temperature drops to near 0°C, the airflow should be reversed. By reversing the airflow, the outside air will only chill the grain but not remove any moisture from it. When the air is blown in, the last part of the bulk to cool and dry will be the top layer. It is easy to check from the top to determine whether the whole bulk is cooled or spoilage has begun. In both fall and winter, most grain spoilage begins near the top center of the bulk where moisture condensation is greatest. When the air is sucked out by reversing the airflow, the last part to cool is the bottom layer. In this case there is less chance of high moisture condensation and spoilage near the top center.

Prevention and control of storage fungi

To prevent storage mold activity, particular attention should be given to moisture and temperature of the bulk at binning, especially in unaerated bins. Seed temperatures should be monitored at intervals. High-moisture and/or high-temperature grain should be dried or cooled by aeration (see previous section). A spreader should be used to disperse small particles of broken and shriveled kernels, weed seeds, chaff, and straw within the bulk. Windblown snow should be removed as this can later provide a focus for mold development. To control heating or spoilage in progress, seeds may be turned to break up high-moisture pockets and to cool the bulk. Alternatively, the bulk could be aerated or dried. When climbing into or onto granaries, always have someone with you. If it is necessary to break up a moldy crust within a bin or to handle spoiled grain, wear a protective mask to prevent inhalation of mold spores.

Prevention of insect infestations

If we know where and when insects are likely to occur, it should be easy to control them and prevent infestations. Surveys have shown that most empty granaries are infested with insects and mites. Animal feeds, trucks, and farm machinery are other sources of insect infestations. Some insects can fly as well as walk, and this increases their ability to infest stored grain. Measures to prevent infestation and spoilage of stored grain should start before the grain is harvested.

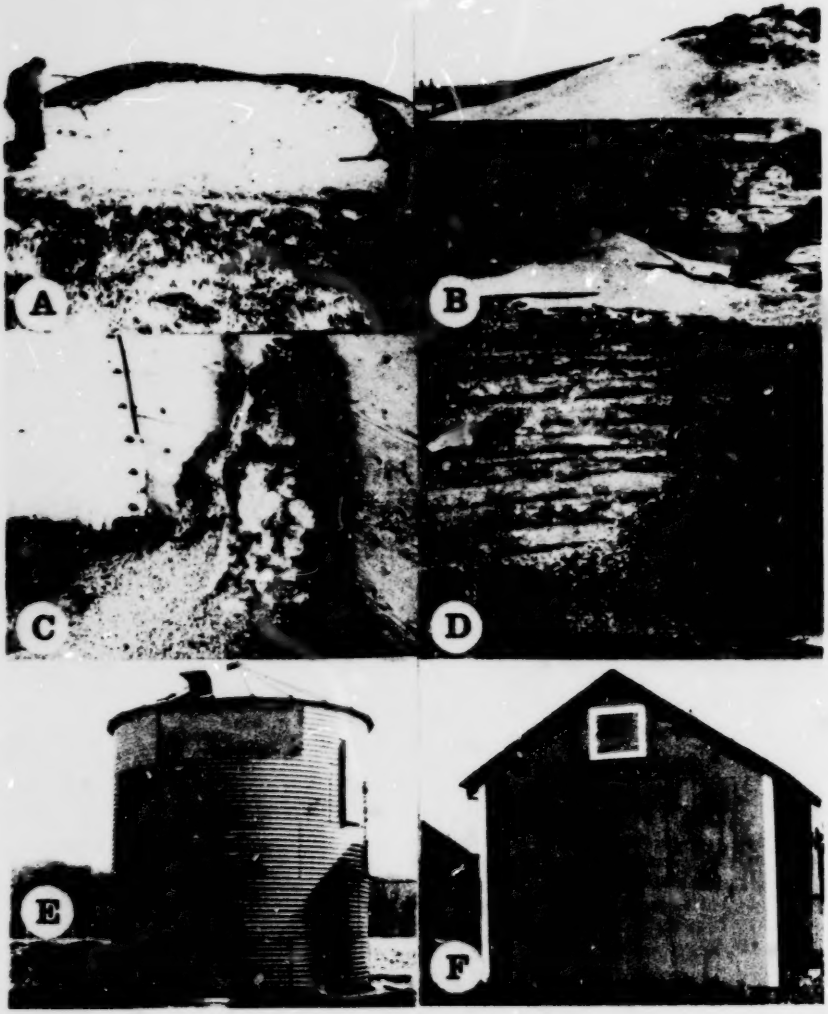


Fig. 2 Different types of storage: *A*, open pile (note crusting at surface); *B*, open plywood bin; *C*, rotting grain near seam on inside of plywood bin; *D*, rotten grain at seam inside steel bin; *E*, steel bin equipped with aeration system; *F*, well-constructed wooden granary.

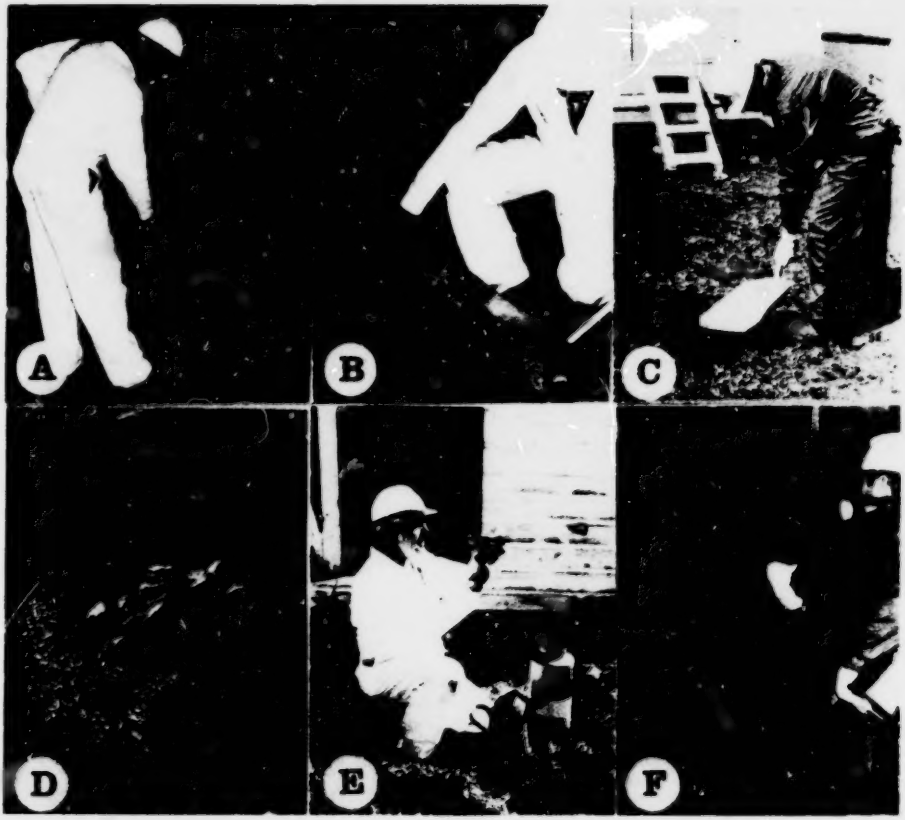


Fig. 3 Preparing a granary for storage: *A*, gathering sweepings from floor and wall; *B*, collecting sweepings; *C*, disposing of sweepings by burying them in the ground; *D*, disposing of sweepings by burning them; *E*, measuring insecticide; *F*, spraying wall (floor is sprayed the same way). Note mask and gloves.

- Keep grain dockage to a minimum by controlling weeds in the growing crop. Insects do not do as well in grain that contains low amounts of grain dockage.
- Harvest grain as dry as possible because insects, mites, and molds increase rapidly in tough grain.
- Clean, repair, and weatherproof empty granaries. Burn or bury infested sweepings.
- Do not allow waste grain or feed to accumulate either inside or outside of grain storage structures.

- Eliminate grass and weeds around granaries.
- Do not store grain in bins next to animal feeds that are likely to be infested.
- Spray the walls and floor of the empty granary with an approved insecticide about 5 days before storing the grain.
- Fill granaries only to the top plates to provide crawl space and ventilation.
- If grain has been binned tough, examine it every 2 weeks by pushing your hand into the surface at various points to feel for warmth and crusts of grain. Cool, dry grain seldom spoils. Insert a metal rod into the grain to test for crusting at various depths. After about 2 min., withdraw the metal rod and test for warmth on the wrist or palm of the hand.
- Always store new grain in clean bins; bins that contain old grain might be infested.

Prevention of mite infestations

- Keep the moisture content of cereal grain below 12%, and canola below 8%.
- Transfer the grain to an empty bin or condition it by natural air ventilation to break up pockets of grain of 15–16% moisture content.

DETECTING INFESTATIONS

It is important to inspect your grain stocks regularly to detect the first signs of infestation or spoilage. Sample the grain every 2 weeks to check for insects and heating.

To check for insects, use a No. 10 sieve (4 meshes per centimetre) to screen samples from the surface. Use a sampling probe to obtain deep samples. Warm the siftings for a few minutes and then examine them for insect movement. Check grain for heating by feeling the surface grain and inserting a metal pipe below the surface.

To check for mites, sift the grain samples through a No. 30 mesh sieve (12 meshes per centimetre). Warm the dust and screenings to room temperature and examine them through a magnifying glass. Large numbers of mites in grain siftings look like clumps of moving dust. Smaller numbers are harder to see.

Insect-detection devices used to trap insects consist of probes, or pipes, perforated with small holes that will exclude grain kernels but allow insects to drop into the trap. During the summer, plastic cups filled with water may be placed at the top of the grain bulk to trap insects.

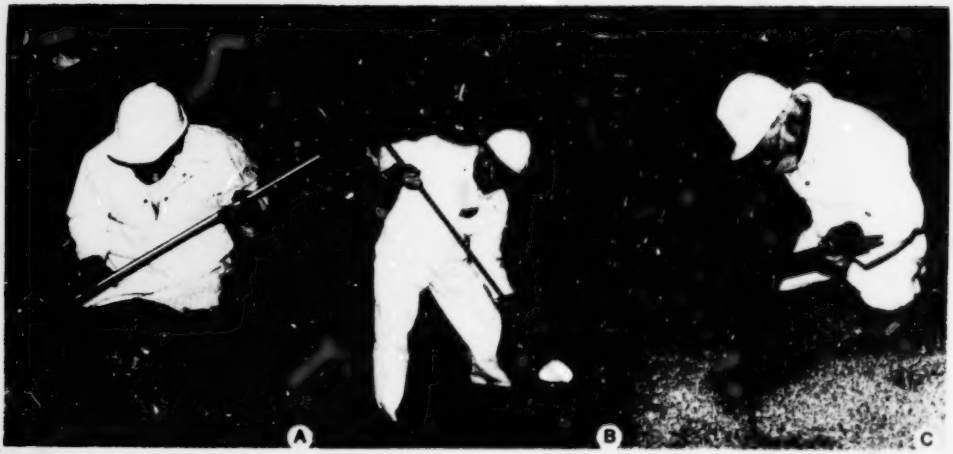


Fig. 4 Inspecting the grain: *A*, steel rods used for locating hot spots; *B*, a torpedo probe is used for sampling the grain; and *C*, emptying grain samples into a sieve to sift out the insects.

CONTROLLING INFESTATIONS

To keep infestations from spreading to other granaries, control them as soon as they are discovered. The type of control treatment depends on the condition of the grain, grain temperature, kinds of insects or mites present, and the time of year.

Cold weather treatment and sanitary measures

An effective method to control insect infestations is to lower the temperature in winter by (1) transferring infested grain from one granary to another; (2) transferring part of the grain to a truck, leaving it to cool overnight and then returning it to the granary; or (3) using aeration systems to lower the temperature. Insects do not develop or feed at temperatures below 10°C. At temperatures below freezing, the insects will die eventually. Control of the rusty grain beetle will be obtained after 2 weeks at a grain temperature of -15°C, after 4 weeks at a grain temperature of -10°C, or after 6 weeks at a grain temperature of -5°C. Since the rusty grain beetle is the most resistant species to low temperature, most other insects in stored grain will also be controlled by these combinations of temperature and exposure periods. If an aeration system is used in winter to lower the temperature, it should be used again in the spring to raise the temperature to within 10°C of outside air temperature. This practice will minimize grain sweating.

Cleaning the grain also checks infestations. To control surface infestations of moths, mites, and spider beetles, rake the grain to break up the crust and dry the grain. Remove and destroy webbed and infested patches of grain.

Contact insecticide treatments

Insects that infest empty granaries must be controlled to prevent spoilage of newly stored grain. Insecticide sprays are part of the good storage practices needed to protect stored grain from spoilage. Use only insecticides that have been approved for use in granaries and take precautions in their handling and use (see section on Cautions). Only approved insecticides can be used because they have been selected on the basis of low mammalian toxicity/high insect toxicity; freedom from taint or odor on food; non-persistent environmental effects; safe, economical, and easy use; and negligible residues or toxic products in food. Because recommended insecticides and application rates can change each year, consult your local agricultural representative for current information.

Insecticide sprays and dusts act only on contact with insects and do not penetrate piles of grain or dust on floors. Therefore, grain residues must be removed from the granary before insecticide application.

Insecticides are available in different formulations and each has a specific use according to the type of granary to be treated.

Dissolve emulsifiable concentrates of insecticides with water to form a milky emulsion and spray it on metal and wood surfaces. Use fresh water to make emulsion sprays and apply the spray immediately after mixing to avoid separation of the insecticide from the water. Emulsifiable concentrates of the insecticides recommended break down more rapidly, and are less effective, on concrete and brick surfaces than on wood or steel. Most insecticides break down within a few days on concrete but can remain effective for up to a year on wood or steel. Do not use these sprays near electrical switches or fuse boxes.

Mix wettable powder insecticides with fresh water in a separate container before filling the sprayer. Wettable powder sprays can be applied to concrete, brick, metal, or wood surfaces. Wettable powders applied on painted surfaces leave white specks.

Wood or metal surfaces can be sprayed and grain bins fogged with oil solutions of insecticides. Use a refined, deodorized oil to dilute oil concentrates. Most available oil solutions do not need to be diluted before use. They can be used near electrical switches. In cold weather, oil solutions are better than water-based sprays because they will not freeze. Avoid treating plastic or rubber surfaces with oil solutions.

Insects in floor and wall spaces can be controlled with insecticide powders or dusts, because these places are hard to treat with liquid insecticides. Use a dust applicator or sweep the dust into floor cracks.

Stored oilseeds absorb contact insecticides from treated granary surfaces. Therefore, avoid treating granaries in which oilseeds are to be stored. If the granary is known to be infested, sweep it well, destroy the sweepings, and treat sparingly only the junctions of the floor and walls.

If stored-product insects are visible on the outside wall of the granary, spray the walls and surrounding ground. Even if insects are not readily visible, it is a sound practice to spray grain spillage, the ground around the granary, and underneath raised granaries.

Cautions when you use sprays

- Read insecticide labels and follow instructions on them.
- Examine the sprayer and hoses for leaks.
- Avoid spillage of insecticide.
- Use a protective mask with approved filters when applying insecticide in enclosed areas such as empty granaries.
- Wear protective clothing, work boots, and gloves during preparation and spraying.

Dilution of concentrates

The amount of water needed to dilute emulsifiable concentrates or wettable powder formulations depends on the amount of insecticide in the concentrate and the dosage of insecticide recommended to control the pest. Use the following example to calculate how much water to add to a 50% emulsifiable concentrate in order to obtain a 2% spray:

$$(50-2)/2 = 48/2 = 24$$

Therefore, add 1 part (0.2 L) of a 50% emulsion to 24 parts (4.8 L) of water to obtain a 2% spray.

Fig. 5 shows how much water must be added to 1 part of emulsifiable concentrate or wettable powder concentrate to obtain a 0.5%, 1%, 2%, or 5% spray.

Some insecticides are more effective and longer lasting than others. Use a 1% spray to control rusty grain beetles in empty farm granaries and apply the insecticide about 5 days before filling the granary. Use a 5% spray for longer effectiveness if the granary is to be left empty for a month or two before harvest.

Apply the spray evenly with a portable compressed air sprayer at 5 L/100 m^2 using a nozzle with a 0.4-mm diameter orifice for emulsifiable concentrates or oil solutions and a 0.8–1.2-mm diameter orifice for wettable powder solutions.

The amounts of spray required to treat the floors and walls of granaries of various capacities are shown in Fig. 6.

Grain treatment

Special formulations of contact insecticides are available for treating grain as it is being binned. Either a liquid insecticide is sprayed on the grain or a dust is mixed with the grain at a certain rate, depending on the flow through the auger. Follow the instructions on the label. Overtreating the grain produces chemical odors that lower the selling price. Do not sell the grain or use it for feed during the post-treatment period specified on the label.

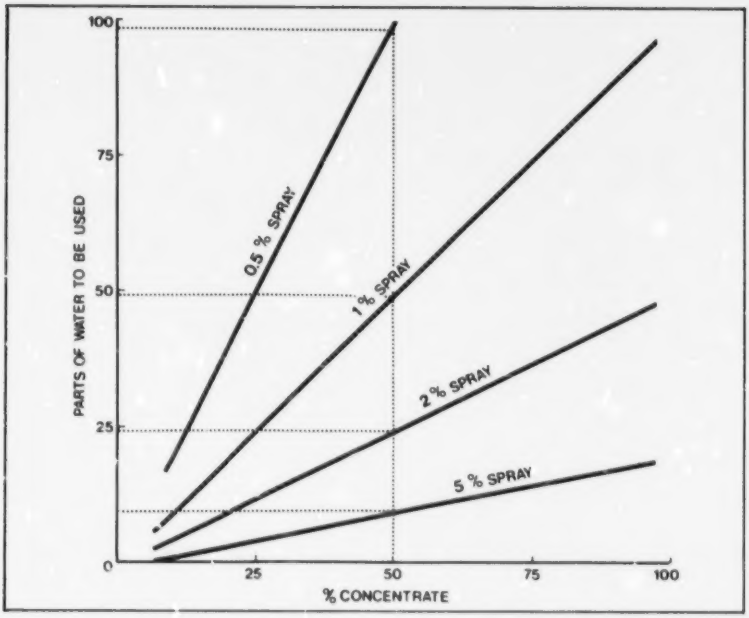


Fig. 5 Amount of water to be added to 1 part of concentrate to obtain sprays containing 0.5%, 1%, 2%, and 5% of actual insecticide.

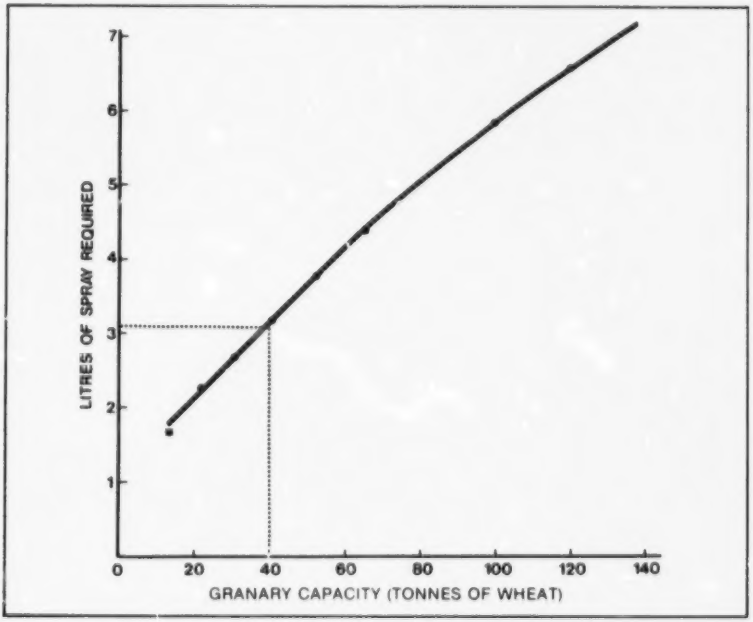


Fig. 6 Volume of spray needed to treat granaries of various capacities.

To treat the grain with a 1% spray of the recommended insecticide, apply it at 0.8 L/t of wheat. Use Table 2 to determine the amount and rate of insecticide application.

Table 2. Amount and rate of insecticide application

Flow rate (wheat)		Application rate (spray)	
Tonnes per hour	Tonnes per minute	Litres per hour	Litres per minute
3	0.05	2.4	0.04
6	0.10	4.8	0.08
9	0.15	7.2	0.12
12	0.20	9.6	0.16
15	0.25	12.0	0.20

The insecticide can be applied to grain either to protect it from infestation during storage or to control an infestation that is already in the grain. The treatment is more effective as a protectant, but the grain should be stored in good condition and contain less than 15% moisture, otherwise the insecticide will break down quickly, reducing its residual activity.

Grain fumigation

Fumigants are toxic gases that are sometimes used to control insects in stored grain. Fumigants are usually available as liquids or solids. They are toxic to humans and farm animals as well as to insects and, therefore, should be applied only by trained people. Avoid inhaling the vapors, and follow the directions on the container (see section on Cautions).

Fumigants should be applied only when:

- A person trained in their use is available to supervise the fumigation.
- The grain temperature is at least 5°C. Fumigants are most effective at temperatures higher than 20°C.
- The infested grain is stored in a granary that can be well sealed to retain the gas.
- Rapid control of an infestation is needed before selling the grain.
- Gas masks, rubber gloves, and protective clothing are available to wear during application.

There are two types of fumigants for treating farm-stored grain. Liquid fumigants can be sprayed on the grain surface, poured on the grain as it is binned, or poured down pipes inserted into the grain. Solid fumigants, in

the form of tablets or spherical pellets, can either be applied to the grain as it is binned or be inserted into the grain through pipes at the surface.

Before applying fumigants, seal building cracks, crevices, and other openings in the granary to prevent gas leakage. Fumigate the entire bulk by spraying liquid fumigant evenly over the surface, probing fumigant tablets or spherical pellets into the grain, or adding tablets, pellets, or liquid fumigant to the grain stream as it is discharged from an auger into another bin.

Surface sprays with fumigants

Tightly constructed metal bins require smaller dosages of fumigants than do wooden bins. Apply the fumigant as a coarse spray on the grain surface through an opening from outside the granary. Use a bucket pump for applying up to 50 L of fumigant per granary. For fumigating larger bulks of more than about 50 t, use a gear pump or other power-operated sprayer. A gear pump driven by a 2611-W (3.5-hp) gasoline engine will spray fumigant through a 3-cm diameter rubber hose at 30–50 L/min. Keep the fumigant, pump, and engine at ground level. Start spraying the grain at the far end of the granary and then gradually work toward the door.

Clean pumps thoroughly with a suitable solvent after they have been used for spraying fumigants.

Spot treatment

When the locations of infestations in grain are known, apply the fumigant directly to the infested regions. To apply liquid fumigants, use metal pipes 2–3 cm in diameter with 1-mm holes drilled in the bottom 30 cm. Insert the pipes in and around the infested areas and pour the fumigant into the pipes through a funnel.

Apply fumigant tablets or spherical pellets through a 1.5-m metal pipe 3 cm in diameter.

Grain treatment with solid fumigants

Apply tablets or pellets to stored grain in either of the following two ways:

(1) Drop them into the grain at uniform time intervals as the bin is being filled.

(2) Drop them through a metal pipe inserted into the grain. In a 27-t granary, for example, select about 12 evenly spaced points on the surface of the grain and mark the points with wooden stakes. Insert a pipe, 3 cm in diameter and 1.5 m long, at each point and drop a tablet into the grain every 15 cm as the pipe is withdrawn. Start at the far end of the bin and work toward the door.

Fig. 7 Fumigating the grain: *A*, fumigant being poured into can containing bucket pump; *B*, spraying fumigant on the surface of stored grain; *C*, spot fumigating an infested pocket of wheat with liquid fumigant; and *D*, spot fumigating an infested pocket with aluminum phosphide tablets.

Cautions

When you use fumigants, follow the directions on the label closely and especially take the following precautions:

- Always wear a full-face gas mask.
- Always fit a new canister in your gas mask before you start fumigating. Use the type of canister recommended on the fumigant label for the fumigant you are using. An all-purpose canister is suitable for protection against most commonly used grain fumigants, but a canister does not provide protection for people exposed to heavy concentrations inside buildings.
- Whenever possible, apply liquid fumigants from outside a granary as quickly as possible to avoid excessive personal exposure.
- Always work with at least one other person.
- Wear rubber gloves and a hard hat.
- If the fumigant spills on your clothing, remove the article immediately.
- If an individual shows symptoms of overexposure to a fumigant, that person should be moved to fresh air and a doctor called immediately. Symptoms of fumigant poisoning are dizziness, blurring of vision, vomiting, and abdominal pain.
- After fumigating a granary, nail or lock the doors and ventilators and post warning signs on the door.
- After a week, open the ventilators, but do not enter the granary until there is no odor. Because fumigated grain can take several weeks to aerate during cold weather, be careful not to inhale the gases.
- Do not feed fumigated grain to cattle unless the grain has been completely aerated and is odorless.
- Always consider wind direction. If there is a habitation occupied by humans or livestock close to and downwind from the structure to be fumigated, postpone the fumigation until the wind dies down or changes direction.
- Do not fumigate when there are strong winds.
- For your safety, position yourself upwind during application of fumigant to grain being augered into a bin. Avoid standing downwind from a bin under fumigation.

MORE INFORMATION

If you need more information on the control of infestations in farm-stored grain, write to the Research Station, Agriculture Canada, 195 Dafoe Road, Winnipeg, Man. R3T 2M9; provincial entomologists; or provincial extension specialists.

Note: The recommendations in this publication apply generally to other parts of Canada where grain is grown and stored. The European grain moth, *Nemapogon granella* (Linnaeus), has not been found in the prairie region but has been reported from Eastern Canada.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank R. W. Sims for the photographs and illustrations, and J. van Loon, Canadian Grain Commission, for reading and reviewing the French edition of this publication.

COMMON AND SCIENTIFIC NAMES OF PESTS IN STORED GRAIN

American black flour beetle	*Tribolium audax* Halstead
cannibal mite	*Cheyletus eruditis* (Schrank)
confused flour beetle	*Tribolium confusum* Jacquelin du Val
foreign grain beetle	*Ahasverus advena* (Waltl)
glossy grain mite	*Tarsonemus granarius* Lindquist
grain mite	*Acarus siro* Linnaeus
granary weevil	*Sitophilus granarius* (Linnaeus)
hairy spider beetle	*Ptinus villiger* (Reitter)
longhaired mite	*Lepidoglyphus destructor* (Schrank)
meal moth	*Pyralis farinalis* Linnaeus
psocids	*Lepinotus reticulatus* Enderlein and other species.
red flour beetle	*Tribolium castaneum* (Herbst)
rice weevil	*Sitophilus oryzae* (Linnaeus)
rusty grain beetle	*Cryptolestes ferrugineus* (Stephens)
sawtoothed grain beetle	*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)
squarenosed fungus beetle	*Lathridius minutus* (Linnaeus)
yellow mealworm	*Tenebrio molitor* Linnaeus

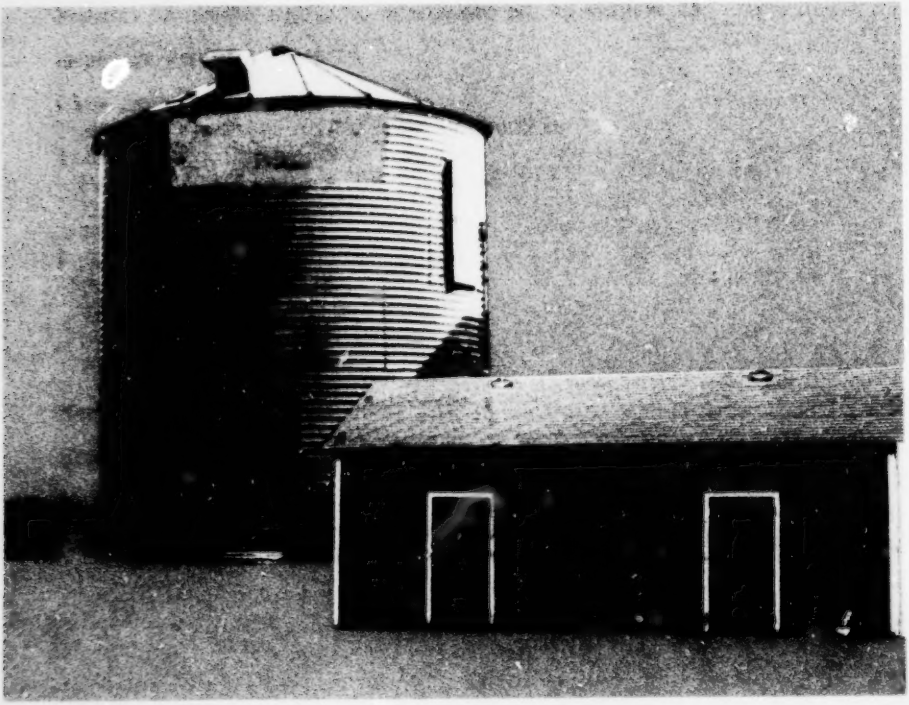
CONVERSION FACTORS

Metric units	Approximate conversion factors	Results in:
LINEAR		
millimetre (mm)	x 0.04	inch
centimetre (cm)	x 0.39	inch
metre (m)	x 3.28	feet
kilometre (km)	x 0.62	mile
AREA		
square centimetre (cm^2)	x 0.15	square inch
square metre (m^2)	x 1.2	square yard
square kilometre (km^2)	x 0.39	square mile
hectare (ha)	x 2.5	acres
VOLUME		
cubic centimetre (cm^3)	x 0.06	cubic inch
cubic metre (m^3)	x 35.31	cubic feet
	x 1.31	cubic yard
CAPACITY		
litre (L)	x 0.035	cubic feet
hectolitre (hL)	x 22	gallons
	x 2.5	bushels
WEIGHT		
gram (g)	x 0.04	oz avdp
kilogram (kg)	x 2.2	lb avdp
tonne (t)	x 1.1	short ton
AGRICULTURAL		
litres per hectare (L/ha)	x 0.089	gallons per acre
	x 0.3	quarts per acre
	x 0.71	pints per acre
millilitres per hectare (mL/ha)	x 0.014	fl. oz per acre
tonnes per hectare (t/ha)	x 0.45	tons per acre
kilograms per hectare (kg/ha)	x 0.89	lb per acre
grams per hectare (g/ha)	x 0.014	oz avdp per acre
plants per hectare (plants/ha)	x 0.405	plants per acre

Insectes, acariens et moisissures nuisibles aux grains entreposés à la ferme dans les provinces des Prairies

Agriculture Canada

Publication 1595/F



Canada

PUBLICATION 1595F, on peut obtenir des exemplaires à la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1984
N° de cat. A43-1595/1984F ISBN: 0-662-92410-X
Impression 1982 Révision 1983 2.5M-4:84

Also available in English under the title
Insects, mites and molds in farm-stored grain in the Prairie Provinces

TABLE DES MATIÈRES

Introduction 5

Parasites communs du grain entreposé 6
Coléoptères 7
Lépidoptères 11
Acariens 12
Psocidés 13
Moisissures d'entreposage 14
Mycotoxines 15

Origines de la détérioration et de l'infestation du grain 15

Types d'unités d'entreposage et mesures préventives contre la détérioration et l'infestation du grain, et contre sa dégradation par les moisissures de conservation 17
Utilisation d'un système de ventilation pour prévenir la détérioration du grain 19
Mesures de prévention et de lutte contre les moisissures de conservation 20
Mesures préventives contre les infestations par les insectes 20
Mesures préventives contre les infestations par les acariens 23

Dépistage des infestations 23

Lutte contre les infestations 24
Traitement par temps froid et mesures sanitaires 24
Traitement aux insecticides de contact 24
  Précautions à prendre en pulvérisant 26
  Dilution des concentrés 26
  Traitement du grain 27
Fumigation du grain 27
  Pulvérisation en surface 29
  Traitement localisé 29
  Traitement aux fumigants solides 30
  Précautions à prendre 30

Renseignements complémentaires 32

Remerciements 32

Noms communs et scientifiques des ravageurs des grains entreposés 32

BONNES PRATIQUES D'ENTREPOSAGE

Il est possible de prévenir les pertes dues aux insectes, aux acariens et aux moisissures par de saines pratiques d'entreposage.

- Récolter le grain à l'état le plus sec possible. Les grains gourds ou humides sont plus sujets à l'échauffement et à l'infestation que le grain sec.
- Préparer la cellule de stockage avant l'entreposage: nettoyer le plancher et les murs, brûler ou enfouir les déchets contenant des grains gâtés ou infestés, réparer le bâtiment pour mettre l'intérieur à l'abri des intempéries et pulvériser un insecticide recommandé sur le plancher et les murs.
- Inspecter le grain toutes les 2 semaines pour voir s'il n'y a pas de signes d'échauffement ou d'infestation. En hiver, à titre de mesure préventive, déplacer le grain dans un autre compartiment. Toutefois, si cela n'est pas possible, il est fortement recommandé d'installer un système de ventilation à air extérieur et de l'utiliser à bon escient. Seules des personnes expérimentées doivent appliquer des fumigants. Prendre toutes les précautions nécessaires lors de l'application des traitements insecticides.
- Il est plus facile, plus sûr et moins coûteux de prévenir l'infestation que de la combattre.
- Les recommandations de la présente publication sur l'usage des pesticides ne sont données qu'à titre d'indication. Toute application d'un pesticide doit être conforme au mode d'emploi inscrit sur l'étiquette du produit, comme le prescrit la *Loi sur les produits antiparasitaires*. Utiliser un pesticide homologué par le ministère de l'Agriculture du Canada et inscrit dans le recueil sur les *Produits antiparasitaires homologués au Canada*. Un pesticide doit aussi être recommandé par les autorités provinciales. Ces recommandations pouvant varier d'une province à l'autre, consulter le représentant agricole de la province pour obtenir des conseils particuliers.

Insectes, acariens et moisissures nuisibles aux grains entreposés à la ferme dans les provinces des Prairies

Corrigé et compilé par S.R. Loschiavo

Collaborateurs: D. Abramson, P.S. Barker, S.R. Loschiavo, J.T. Mills, R.N. Sinha, L.B. Smith, F.L. Watters,* et N.D.G. White

Station de recherche
Winnipeg (Man.)

INTRODUCTION

La protection du grain entreposé est un aspect essentiel de la production céréalière. Les insectes et les acariens tirent leur nourriture du grain entreposé, causant ainsi son échauffement et altérant son apparence. Le grain infesté est difficile à écouler et le grain échauffé est classé dans une catégorie inférieure au moment de l'inspection. La négligence du producteur peut entraîner de fortes pertes en poids et en qualité qui, par ailleurs, sont faciles à éviter si l'on entrepose le grain le plus sec possible dans des cellules de stockage propres, étanches, non infestées et de préférence bien aérées. Dans de telles conditions, le grain conserve toute sa qualité et se vend facilement.

Les insectes et les acariens qui s'attaquent aux céréales entreposées diffèrent, par leur apparence et leur comportement, des insectes qui infestent les champs en culture. La plupart sont des parasites qui évitent la lumière, de petite taille, capables de s'enfoncer profondément dans les masses de grain entreposé. Dissimulés dans les fissures, ils hantent les unités d'entreposage vides jusqu'à la récolte suivante en se nourrissant des résidus de grains. Les insectes d'entreposage se nourrissent de déchets animaux et végétaux desséchés. Quelques-uns peuvent se nourrir d'aliments ne contenant que 8 % d'humidité, et certains peuvent supporter des températures extrêmes. Les insectes qui résistent au froid sont particulièrement répandus parce que quelques-uns d'entre eux peuvent passer l'hiver dans le grain entreposé.

*Retraité

Comme certains ravageurs peuvent voler, l'été, le vent peut les transporter dans d'autres lieux d'entreposage ou même dans les maisons.

Le grain entreposé peut être contaminé par des moisissures ou par des champignons qui peuvent l'attaquer ou le détérioser. Les moisissures se développent rapidement, par temps chaud, lorsque le grain est gourd ou humide. Sous des conditions données de récolte et d'entreposage, certains champignons peuvent produire des substances toxiques appelées mycotoxines.

PARASITES COMMUNS DU GRAIN ENTREPOSÉ

On compte plus de 50 espèces d'insectes et d'acariens parasites du grain entreposé dans les Prairies. Heureusement, peu d'entre eux causent de sérieux dommages. Les autres sont des mycétophages, des nécrophages, des prédateurs et des parasites.

Les coléoptères et les lépidoptères regroupent les insectes les plus nuisibles au grain entreposé. Leur cycle biologique se divise en quatre stades: l'œuf, la larve, la pupe et l'adulte.

Les œufs sont pondus à l'intérieur des grains ou insérés dans les fissures de ceux-ci, ou encore entre les grains ou dans la poussière et les débris qui s'accumulent dans les fentes des murs et des planchers.

L'insecte ne croît qu'au cours de sa période larvaire; il consomme alors plusieurs fois son propre poids en nourriture. La cuticule de la larve est inextensible; cette dernière doit donc muer périodiquement pour permettre à la larve de s'agrandir. L'exuvie, que l'on découvre dans le grain et ses produits, est souvent le seul indice visible de la présence des insectes.

La pupe, qui se forme après la dernière mue larvaire, ne se nourrit pas de grains. Chez certains coléoptères, elle est emprisonnée dans une cellule ou un cocon fabriqué par la larve. Au cours de ce stade, elle subit d'importants changements internes et externes qui la mèneront à l'état adulte.

Les adultes des espèces les plus nuisibles mesurent de 0,1 à 0,4 cm de longueur. L'insecte adulte possède trois paires de pattes, et son corps est séparé en trois parties: la tête, le thorax et l'abdomen. La tête comporte l'appareil buccal et les organes sensoriels; le thorax porte les pattes et les ailes; l'abdomen, les organes de reproduction. Les insectes adultes se déplacent facilement entre les grains et peuvent s'y enfouir profondément.

Certaines espèces ont une grande aire de distribution grâce à leur faculté de voler. Les coléoptères possèdent toutefois des ailes rudimentaires et bon nombre d'entre eux sont incapables de voler. Deux espèces font cependant exception, à savoir le cucujide roux et le tribolium rouge de la farine. Les adultes et les larves de certains coléoptères possèdent de puissantes mâchoires qui leur permettent de percer des trous dans les grains et de manger des grains brisés. Par ailleurs, bien que les lépidoptères adultes s'alimentent exclusivement de liquides, leurs larves ou chenilles possèdent de puissantes mâchoires à l'aide desquelles elles mangent et endommagent considérablement les grains entreposés.

Les acariens sont les plus petits parasites des stocks de grain. Les adultes des espèces les plus communes atteignent de 0,3 à 0,6 mm de longueur et portent quatre paires de pattes.

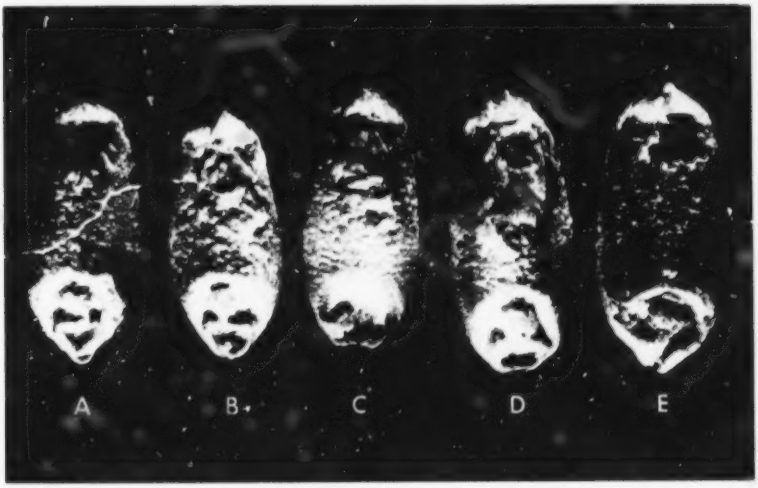


Fig. 1 Blé endommagé par les insectes nuisibles: *A*, grain sain; *B*, germe endommagé par le cucujide roux; *C*, germe endommagé par le tribolium rouge de la farine; *D*, germe endommagé par le cucujide dentelé des grains; *E*, endosperme endommagé par la calandre des grains.

Bon nombre d'insectes nuisibles aux récoltes entreposées dans les Prairies peuvent survivre aux températures hivernales. Les insectes ne peuvent se reproduire à des températures inférieures à environ 17°C, et les acariens à moins de 3°C. Toutefois, lorsque les températures dépassent ces seuils, les parasites peuvent infliger au grain des dommages importants. La teneur en humidité du grain influe également sur l'étendue des dommages. Le grain de catégorie ordinaire est moins sujet à la détérioration que le grain gourd ou humide (*voir* le tableau 1, p. 16).

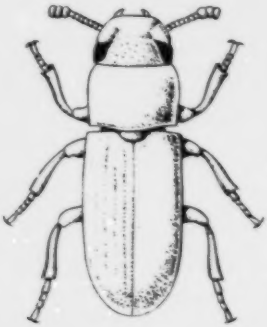
Les plus grands ravageurs du grain entreposé dans les Prairies s'adaptent bien au froid, se reproduisent très rapidement, peuvent s'enfouir profondément dans les masses de grains et s'adaptent facilement à une variété d'aliments.

Au nombre de ces ravageurs figurent le cucujide roux, plusieurs espèces de tribolium de la farine et de coléoptères des moisissures, le cucujide dentelé des grains, la calandre des grains, le ptine velu et la pyrale de la farine. Le ciron de la farine se rencontre aussi dans le grain entreposé, mais, en raison de sa taille microscopique, il passe souvent inaperçu. Voici une description des insectes les plus communs (*voir* diagramme).

Coléoptères

Le cucujide roux est le parasite le plus nuisible aux céréales entreposées dans la plupart des régions du Canada. Lors d'une infestation grave, le grain s'échauffe et se détériore. L'adulte est un insecte brun rougeâtre à corps plat

Cucujide roux
Longueur 0,2 cm



Tribolium rouge
de la farine
Longueur 0,4 cm

Cucujide
des grains
Longueur 0,4 cm

Lathridius
Longueur
0,18 cm

et rectangulaire mesurant 0,2 cm de longueur. Sur sa tête, il porte deux longues antennes filamenteuses disposées en V. Il se déplace rapidement dans le grain échauffé et peut voler lorsque la température dépasse 23°C. La femelle pond ses œufs dans le grain, dans la poussière des céréales et à l'intérieur des fissures des grains. La minuscule larve se nourrit en pénétrant le germe du grain sain. L'insecte met environ 20 jours à passer de l'œuf à l'état adulte dans le blé contenant 14,5 % d'humidité, à une température de 31°C.

Depuis 1971, on constate que le tribolium rouge de la farine se rencontre plus fréquemment dans le grain entreposé qu'au cours des années précédentes. Les silos de ferme et les élévateurs primaires de diverses régions des Prairies ont fait l'objet de sérieux ravages. L'adulte, qui ressemble au tribolium brun de la farine, est brun rougeâtre et mesure 0,4 cm de longueur. Toutefois, on trouve rarement le tribolium brun de la farine dans les céréales entreposées. Il est difficile de distinguer les deux espèces sans l'aide d'une loupe ou d'un microscope. Le tribolium rouge peut voler par temps chaud ou être transporté par le vent dans les maisons de ferme et les autres bâtiments. Les larves et les adultes des deux espèces se nourrissent du germe des grains de blé ainsi que de poussière et de déchets de céréales. Dans les conditions optimales, soit 31°C et 15 % d'humidité, ces espèces complètent leur cycle biologique en 4 semaines environ.

Le tribolium noir d'Amérique est un peu plus gros que le tribolium rouge. On le rencontre à l'occasion dans les cellules de stockage vides, mais il ne s'attaque pas d'habitude au grain entreposé.

Les coléoptères des moisissures infestent en général le grain gourd ou humide et se nourrissent de poussière de céréales et des moisissures qui se

Cucujide dentelé des grains
Longueur 0,3 cm

Calandre des grains
Longueur 0,35 cm

développent près de la surface des amas de grain. L'infestation peut se propager dans le grain sec entreposé à proximité. Comme certaines espèces de coléoptères des moisissures ressemblent au cucujide roux et ont à peu près la même taille, il arrive que, à la suite d'une erreur d'identification, on applique des mesures de lutte inutiles. Il importe donc de bien identifier les insectes avant de procéder à un traitement chimique. Le cucujide des grains et le *Lathridius minutus* (L.) sont les deux espèces de coléoptères des moisissures les plus répandues dans les céréales entreposées des Prairies.

La présence de coléoptères des moisissures et du cucujide roux dans le grain entreposé devrait inquiéter les producteurs et les gérants d'élévateurs puisqu'elle signale souvent la présence de moisissures et de conditions d'humidité élevée, ainsi que le début de la détérioration du grain. Si l'on ne déplace pas le grain, une grande partie ou la totalité des stocks se détérioreront, causant des pertes importantes. Le fait d'employer des fumigants pour éliminer les coléoptères des moisissures n'empêchera aucunement les pertes dues aux moisissures. Si l'on constate la présence de ces coléoptères, il faut tourner le grain pour briser les îlots de grains gourds et humides.

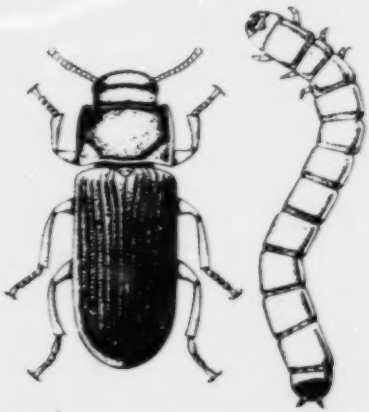
Quant au cucujide dentelé des grains, il préfère l'avoine au blé et à l'orge. Cet insecte se reproduit rapidement dans les amas de céréales et d'aliments du bétail entreposés dans des lieux chauffés. Il provoque l'échauffement du grain et peut survivre durant l'hiver dans la poussière de céréales et dans le grain gourd. L'adulte est de couleur brune, mesure 0,3 cm de longueur et arbore six dents de chaque côté du thorax. Il préfère le grain échauffé et, dans des conditions optimales (grain dont la température varie de 31 à 34°C et dont la teneur en eau est de 14 à 15 %), il met environ 22 jours à passer de l'œuf à l'état adulte.

La calandre des grains est l'un des parasites les plus nuisibles aux céréales entreposées sous toutes les latitudes. Toutefois, on ne la rencontre que rarement dans les Prairies. La calandre adulte se distingue par son rostre, qu'elle utilise pour percer les grains. La femelle dépose un œuf dans l'orifice et en obture ensuite l'ouverture à l'aide d'une substance gélatineuse. La larve se nourrit de l'endosperme du grain et achève son développement à l'intérieur de celui-ci. La pupe qui en résulte se métamorphose en adulte qui se ménage une issue vers l'extérieur en broyant le côté du grain avec ses mandibules. Dans des conditions optimales (de 26 à 30°C et 14 % d'humidité), l'insecte met de 25 à 35 jours à passer de l'œuf à l'état adulte. La calandre est de couleur brun foncé et atteint environ de 0,3 à 0,4 cm de longueur. Lorsqu'elle est dérangée, elle replie ses pattes sous son corps et fait la morte.

Ces dernières années, on a également décelé la présence du charançon du riz dans quelques silos primaires. Cet insecte mesure de 0,2 à 0,4 cm de longueur, et ses ailes repliées sur l'abdomen portent quatre taches rougeâtres ou orange distinctes. À 30°C et 14 % d'humidité, il passe de l'œuf à l'adulte en 28 jours.

Le ptine velu s'attaque surtout à la farine de blé et aux aliments du bétail. Il peut toutefois infester le grain entreposé en surface. Les adultes et les larves sont munis de fortes mâchoires qui leur permettent de tailler de grandes ouvertures irrégulières dans l'endosperme des grains. L'adulte mesure 0,35 cm de longueur et possède de longues pattes semblables à celles des araignées ainsi que de longues antennes filiformes. Ce coléoptère ne se reproduit qu'une fois par année. Souvent, trois ou quatre larves réunissent cinq à huit grains en une grappe dans laquelle elles se nourrissent et se développent pendant envi-

Ptine velu
Longueur 0,35 cm



Ténébrion meunier, adulte et larve
Longueur de l'adulte 1,5 cm

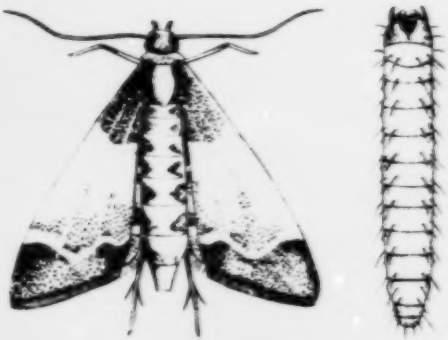
ron 5 mois. Par la suite, chaque larve tisse son propre cocon à l'intérieur duquel elle se pupéfie. L'imago en émerge en fin de métamorphose.

Le ténébrion meunier est le plus gros coléoptère des céréales entreposées. Il est peu répandu dans les exploitations agricoles, mais se rencontre parfois en grand nombre à la surface des amas de grains. Il s'attaque d'abord aux aliments du bétail, puis au grain entreposé. L'adulte est noir et mesure environ 1,5 cm de longueur; la larve est jaune et atteint une longueur de 0,2 à 2,8 cm. Ce coléoptère préfère les endroits sombres et humides des cellules d'entreposage. L'adulte ne vit que 2 ou 3 semaines, mais la période qui sépare le stade larvaire de la pupaison peut s'étendre sur plusieurs mois.

Lépidoptères

Dans les Prairies, les lépidoptères sont moins abondants dans les céréales entreposées que les coléoptères. Les températures froides de l'hiver réduisent l'activité de ces insectes, qui restent surtout dans les couches superficielles des grains gourds ou humides qui peuvent être échauffés.

La pyrale de la farine se rencontre d'habitude dans les plaques de grain moisi. La larve est de couleur crème mais sa tête est noire. Lorsqu'elle a atteint sa taille définitive, elle mesure environ 2 cm. Elle tisse une soie avec laquelle elle agglutine les grains les uns aux autres, formant une grappe. L'adulte a une envergure de 2,5 cm. Ses ailes antérieures sont de couleur brun pâle et sont tachetées de points brun foncé à la base et aux extrémités. Chaque aile porte deux bandes blanches transversales ondulées. Cette espèce prend environ 2 mois pour boucler son cycle en été.



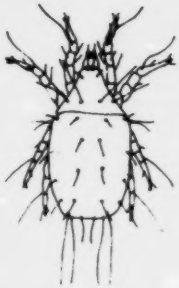
Pyrale de la farine et larve
Envergure des ailes de l'adulte 2,5 cm

Acariens

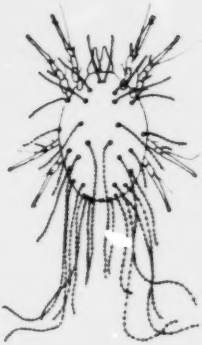
Les acariens sont des petits arthropodes fragiles difficilement perceptibles à l'œil nu. Contrairement aux insectes adultes, dont le corps est pourvu de trois parties distinctes et de six pattes, les acariens adultes ont un corps en forme de sac et muni de huit pattes. Ils résistent bien aux températures hivernales et s'alimentent de grains cassés, de graines de mauvaises herbes, de déchets de céréales et de moisissures qui attaquent les masses de grains; ils sont donc bien adaptés pour s'attaquer aux céréales et aux graines oléagineuses en entrepôt dans les provinces des Prairies. Les petits amas de graines de colza canola et de grains de céréales gourds et humides sont des endroits de prédilection pour la reproduction des acariens. Environ 25 % de ces graines peuvent être infestées. Il y a huit espèces d'acariens que l'on retrouve fréquemment dans les cellules d'entreposage des exploitations agricoles et les élévateurs primaires. Ces arthropodes imprègnent les grains parasités d'une forte odeur de menthe. Leur cycle biologique comporte le stade de l'œuf, un stade de larve à six pattes, de deux à trois stades de nymphe à huit pattes et un stade adulte à huit pattes. À la nymphose, l'insecte peut passer par un stade appelé hypopus au cours duquel il ne se nourrit pas. Il est alors actif ou inactif et résiste aux températures hivernales, à la sécheresse, à la disette et à la plupart des fumigants.

Le ciron de la farine s'attaque au germe des grains de céréales, réduisant ainsi leur potentiel germinatif, et propage les moisissures, dont il se nourrit également. Les grains fortement parasités prennent le goût caractéristique de cet acarien, ce qui les rend impropres à l'alimentation du bétail. Dans certains cas, l'ingestion d'aliments parasités provoque des troubles gastriques et d'autres symptômes chez les bovins laitiers et d'autres animaux de ferme. L'adulte mesure de 0,3 à 0,6 mm de long, et les femelles sont plus grosses que les mâles. Cet acarien est de couleur blanc perlé à brun jaunâtre. Son corps est lisse et brillant, et quatre longues soies se dressent à son extrémité postérieure. Le ciron de la farine peut se multiplier rapidement dans le grain entreposé, surtout à l'automne, accroissant sa population par 7 fois en l'espace d'une semaine. La femelle adulte pond environ 500 œufs au cours de sa vie (42 jours). À 20°C et 14 % d'humidité, le ciron de la farine peut boucler son cycle en 14 jours. Les adultes et tous les stades immatures sauf l'hypopus meurent dans l'espace d'une semaine lorsqu'ils sont exposés à une température de -18°C. Les œufs peuvent survivre à une température de -10°C pendant une période d'environ 12 jours ou à une température de 0°C pendant 2 à 3 mois.

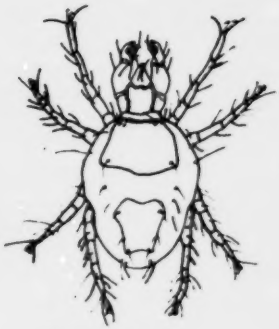
Le glycophage destructeur est l'acarien qui se rencontre le plus fréquemment dans les grains entreposés. Il résiste bien au froid et peut vivre à la fois dans le grain de catégorie ordinaire et le grain gourd. Il est pourvu de plusieurs poils plus longs que son propre corps. Il se déplace rapidement et par soubresauts, et se nourrit de grains cassés, de poussière de céréales et de moisissures. L'adulte est blanc et mesure de 0,3 à 0,5 mm de longueur. Cet acarien infeste en général les cellules d'entreposage des exploitations agricoles du mois de juin au mois de novembre. Il peut survivre pendant plus de 7 jours à une température de -18°C.



Ciron de la farine
Longueur moyenne 0,45 mm



Glycophage destructeur
Longueur moyenne 0,4 mm



Cheylète cannibale
Longueur moyenne 0,5 mm

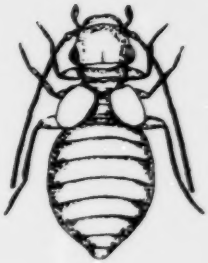
Tarsonème des grains
Longueur moins de 0,2 mm

Le cheylète cannibale s'attaque aux cirons de la farine, aux glycophages destructeurs et aux œufs d'insectes. Malheureusement, il n'est pas assez répandu pour anéantir tous les acariens nuisibles aux céréales. Son corps en losange est blanc et traversé sur toute sa longueur d'une raie d'un blanc crayeux. Il est pourvu d'organes de préhension en forme de pinces, de palpes et de longues pattes. Il mesure de 0,4 à 0,6 mm de longueur. D'habitude, une faible population de ces ravageurs demeure active toute l'année dans les grains entreposés. Ce parasite peut se reproduire dans la plupart des grains gourds à des températures variant de 12 à 27°C.

Le tarsonème du grain, acarien mycétophage commun, fréquente les vieux stocks de grain dans les cellules d'entreposage. Dans des conditions optimales (30°C et 17 % d'humidité), il achève son développement complet en 7 jours. Il se multiplie dans le blé au rythme de la croissance de certaines moisissures de conservation dont il s'alimente. Sa présence indique que le grain est attaqué par les moisissures et qu'il se détériore. L'adulte est orange clair ou jaunâtre et mesure moins de 0,2 mm de longueur. Il peut vivre pendant environ 17 jours à une température de 30°C et à un degré d'humidité relative de 90 %.

Psocidés

Ces insectes sont légèrement plus gros que les acariens. L'adulte possède un corps mou d'environ 0,1 cm de longueur, une grosse tête et de longues antennes. Certaines espèces sont pourvues d'ailes. En 3 semaines, la femelle pond environ 100 œufs qui atteindront l'état adulte au cours de l'été. À 27°C



Psocidé
Longueur 0,1 cm

et 13 % d'humidité, l'insecte complète son développement en 21 jours environ. Certains adultes peuvent résister à la disette pendant 51 jours. Les psocidés sont des insectes peu nuisibles aux céréales entreposées bien qu'ils puissent se nourrir de grains endommagés et fréquenter le grain gourd ou humide. Ils se rencontrent d'habitude avec d'autres insectes ou acariens plus dévastateurs dont ils mangent souvent les œufs.

Moisissures d'entreposage

Les moisissures proviennent du sol et du matériel végétal en décomposition. On en trouve dans les moissonneuses-batteuses et, à l'état de spores, sur les grains. Les moisissures d'entreposage sont en général inertes sur le grain à faible teneur en eau. Toutefois, lorsque le degré d'humidité du grain augmente, par exemple, dans le cas du grain gourd, du grain humide ou du grain mouillé par accident, différents types de moisissures se développent à partir des spores, selon un ordre déterminé. La première moisissure qui se développe produit de l'humidité qui favorise la germination des autres moisissures de la succession. Le taux de croissance est fonction de la température et de la teneur en eau des graines. La formation de moisissures de conservation sur les graines peut provoquer une altération de la qualité de ces dernières en causant leur échauffement et leur détérioration, leur prise en masse, la dégradation de leur pouvoir germinatif et le dégagement de mauvaises odeurs.

Mycotoxines

Les mycotoxines sont des métabolites fongiques qui peuvent être toxiques pour certains animaux de ferme et autres mammifères. Certaines souches des genres *Aspergillus* et *Penicillium* élaborent des toxines lorsqu'elles se développent sur le grain dans des conditions de température et d'humidité favorables. Ces substances toxiques causent de plus graves problèmes dans les pays tropicaux, les températures ambiantes et l'humidité y étant plus élevées que dans les Prairies. De temps en temps, on trouve des mycotoxines dans les régions plus humides du Canada.

Les mycotoxines se manifestent en très petites doses et seule une analyse chimique exhaustive et complexe permet d'en déceler la présence. Leur toxicité spécifique est élevée et elles peuvent avoir des effets sur la santé des animaux de ferme à des concentrations de l'ordre de parties par million ou à des doses encore plus faibles. Les intoxications aiguës provoquées par l'ingestion d'aliments moisis peuvent entraîner chez un grand nombre d'animaux l'affaissement ou même la mort. Les intoxications chroniques du bétail se manifestent par une diminution de la productivité des animaux. Les exploitants agricoles qui soupçonnent une intoxication de leur bétail causée par des mycotoxines devraient consulter un vétérinaire.

Les moisissures bleues-vertes du genre *Penicillium* attaquent souvent le grain lorsqu'il est humecté par accident ou mal entreposé; certaines d'entre elles sont des souches productrices de substances toxiques. L'ingestion de blé et d'orge humides a, dans certains cas, entraîné une intoxication à l'ochratoxine A, un poison violent provoquant des troubles rénaux. Il est déconseillé de nourrir des animaux, surtout les porcs et la volaille, avec du grain que l'on croit être contaminé par cette toxine.

ORIGINES DE LA DÉTÉRIORATION ET DE L'INFESTATION DU GRAIN

Le grain récolté à l'état gourd ou humide peut s'échauffer, être infesté par les insectes ou attaqué par les champignons pendant l'entreposage. Les récoltes record, en période de contingentements réduits, peuvent forcer le producteur à entreposer temporairement son grain dans des coffres ouverts, des granges, des remises ou des bâtiments inhabités. Si le grain se refroidit uniformément au cours de l'hiver, il ne subira aucune détérioration. Toutefois, dans les compartiments qui contiennent plus de 30 t, l'humidité peut se condenser en surface ou en périphérie et favoriser la croissance d'organismes nuisibles ainsi que la multiplication des insectes.

Même si le grain a été entreposé à l'état sec, des amas de grains humides peuvent se créer en certains endroits. Le grain s'humidifie en plaques lorsque la vapeur d'eau, suivant les courants de convection de l'air, passe du grain chaud au grain plus froid. Le même phénomène se manifeste lorsque la pluie ou la neige s'infiltre par les ventilateurs et les fissures du toit et des parois. La plupart du temps, l'action asséchante du vent dans les Prairies réduit ce risque. Toutefois, le grain à forte teneur en eau risque toujours

de s'abîmer. Par conséquent, il faut le surveiller constamment pour prévenir sa détérioration.

Le grain est souvent ensilé par temps chaud, au moment de la récolte ou après le séchage. Étant un bon isolant (un tiers du pouvoir isolant du liège), il se refroidit lentement. Certaines zones de la masse, en particulier le centre, peuvent ainsi conserver leur chaleur pendant plusieurs semaines au cours de l'automne et au début de l'hiver. La surface et les couches extérieures se refroidissent rapidement, et l'humidité de la zone centrale circule entre les grains, se condense à la surface de la masse où le grain est plus froid et provoque la germination. Dans des conditions favorables, les moisissures toujours présentes croissent et dégagent de la chaleur.

Une forte teneur en humidité est la cause principale de la détérioration du grain entreposé (tableau 1).

Tableau 1 Teneur en eau des graines oléagineuses, des légumineuses et des grains de céréales gourds ou humides.

	Teneur en eau	
	Gourd	Humide
Blé	14,6–17,0	plus de 17,0
Blé dur ambré	14,6–17,0	plus de 17,0
Sarrazin	16,1–18,0	plus de 18,0
Avoine	14,1–17,0	plus de 17,0
Orge	14,9–17,0	plus de 17,0
Lin	10,6–13,5	plus de 13,5
Colza canola	10,1–12,5	plus de 12,5
Moutarde	10,6–12,5	plus de 12,5
Seigle	14,1–17,0	plus de 17,0
Pois	16,1–18,0	plus de 18,0
Maïs	15,6–17,5	17,6–21,0
Soja	14,1–16,0	16,1–18,0
Tournesol	9,6–13,5	13,6–17,0

*Source: *Guide de la classification des grains pour l'ouest et l'est du Canada*, Commission canadienne des grains, Winnipeg (Man.), 1er août 1980.

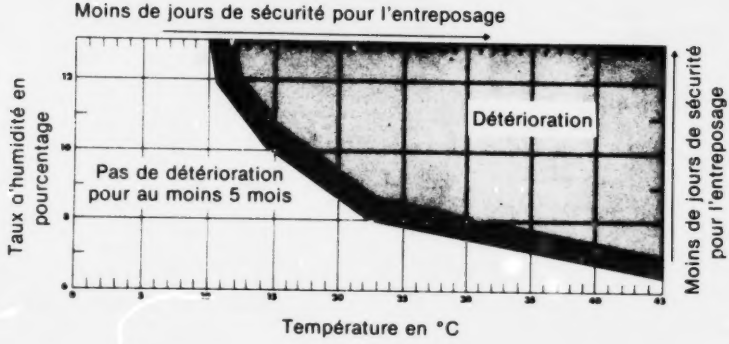
Davantage sujet à la détérioration, le grain gourd ou humide nécessite plus de soins que le grain ordinaire. À son arrivée à l'élévateur primaire, il peut être déclassé puisque, avant d'être vendu à l'étranger, il doit être séché pour répondre aux normes du grain de catégorie ordinaire. Le grain à forte teneur en eau doit être entreposé dans des compartiments spéciaux et expédié séparément. En outre, ce grain est davantage susceptible d'être infesté que le grain de catégorie ordinaire.

Dans le tableau ci-dessous portant sur la durée d'entreposage du colza canola, on prédit les différentes combinaisons de température et de teneur

en eau qui permettent d'entreposer la denrée pendant 5 mois sans risques de détérioration.*

Les insectes, les acariens et les moisissures responsables de l'échauffement et de la détérioration du grain sont inactifs à basse température (aux températures inférieures à environ 8°C dans le cas des insectes, à 0°C dans le cas des acariens et à -8°C dans le cas des moisissures). D'habitude, le grain gourd et humide entreposé en quantités inférieures à 30 t se refroidit rapidement et uniformément au cours de l'hiver. En outre, la surface s'assèche dans une certaine mesure. Toutefois, une masse de 30 t ou plus se refroidit plus lentement, et l'écart de température entre le centre et la surface peut provoquer la condensation de la vapeur d'eau et la détérioration du grain.

DIAGRAMME DE LA DURÉE D'ENTREPOSAGE DU CANOLA*



TYPES D'UNITÉS D'ENTREPOSAGE ET MESURES PRÉVENTIVES CONTRE LA DÉTÉRIORATION ET L'INFESTATION DU GRAIN, ET CONTRE SA DÉGRADATION PAR LES MOISISSURES DE CONSERVATION

Le grain doit essentiellement être entreposé dans une unité d'entreposage bien construite, si l'on veut éviter les attaques des insectes et préserver sa qualité pendant un entreposage prolongé. Les meilleures cellules sont étanches, ventilées et faites d'un mur simple. Il est préférable d'utiliser plusieurs cellules de 27 t plutôt que des unités plus grandes, le grain séchant plus rapidement et plus uniformément en petites quantités. Les unités doivent être

*Source: *La culture du colza canola*, fiche technique n° 4, Entreposage du colza canola, Conseil canadien du canola, 1980.

construites sur un terrain élevé et bien drainé, de façon à garder le grain à l'abri des précipitations abondantes et des inondations printanières. Chaque type d'unité présente à la fois des avantages et des désavantages.

Les cellules métalliques offrent aux insectes moins d'endroits pour se reproduire que les cellules de bois. Elles peuvent, en outre, être fabriquées à l'épreuve des rongeurs et nécessitent beaucoup moins d'entretien que les constructions de bois. Quand ils sont plus étanches, la fumigation y est plus efficace.

La plupart des cellules métalliques sont construites sur une aire de béton armé qui se fendille parfois et laisse s'infiltrer l'eau du sol. Les parois prennent de l'expansion au remplissage et toutes les fissures, surtout à la base, doivent être calfeutrées. On utilise un composé spécial pour boucher les fentes du plancher et les joints ouverts à l'intersection du plancher et des murs. L'assise de béton armé devrait avoir une forme légèrement convexe pour permettre l'écoulement de l'eau, car les dépressions de l'assise retiennent l'eau, qui est absorbée par le grain. Les cellules d'entreposage ne doivent pas être combles. Il faut laisser suffisamment d'espace au-dessus de la masse de grain pour permettre la ventilation et le séchage.

Les céréaliculteurs ont maintenant tendance à entreposer les grains dans des compartiments métalliques à grande contenance. Toutefois, comme des problèmes de circulation d'humidité peuvent se manifester dans ces compartiments, on recommande fortement que l'exploitant installe un système de ventilation afin de diminuer les risques de dommages et d'infestations par les insectes ou les acariens pendant l'entreposage.

La plupart des cellules en bois contiennent environ 27 t de blé. Grâce à leur petite taille, elles peuvent être transportées lorsqu'elles sont vides. Par contre, elles nécessitent de fréquentes réparations pour conserver leur étanchéité. La cellule doit être placée environ 15 cm au-dessus du sol de manière à permettre une circulation d'air et un refroidissement uniforme du grain.

Lors de récoltes supérieures à la moyenne, le producteur entrepose souvent son grain dans des granges, des remises et des maisons. Dans ce cas, il doit prendre des mesures préventives supplémentaires pour assurer une conservation du grain sans risque de dommage. Par exemple, il doit boucher les fissures des planchers de béton armé à l'aide d'un produit de calfeutrage. Par ailleurs, comme les murs doubles de granges renferment souvent de la poussière de grain infestée, le producteur doit enlever les planches du bas pour retirer les débris et appliquer un pulvérisant ou une poudre insecticide entre les montants.

Les coffres ouverts peuvent être faits de contre-plaqué ou de balles de foin pour l'entreposage temporaire. Il faut les construire dans un endroit élevé où le sol est sec afin d'éviter les dommages causés par l'humidité du sol. Empiler le grain au centre du séchoir en formant un cône le plus élevé possible, de façon à permettre l'écoulement de la pluie et de la neige, et à éviter de laisser un espace entre le bord du coffre et la surface du grain. Si le grain est sec, on peut le recouvrir d'une feuille de polyéthylène foncé, mais laisser le grain gourd ou humide à découvert pour qu'il sèche au vent.

Utilisation d'un système de ventilation pour prévenir la détérioration du grain

Sous le climat frais des Prairies, on peut conserver la qualité des grains de céréales et des graines oléagineuses sans qu'il n'en coûte beaucoup en soufflant de l'air extérieur à travers la masse entreposée. Pour assurer ce type de ventilation, il faut munir la cellule d'une gaine ou d'un plancher perforé ainsi que d'un ventilateur hélicoïde (ou centrifuge) qui fait pénétrer l'air extérieur dans l'enceinte par soufflage ou qui en extrait de l'air par aspiration. Le ventilateur doit assurer un débit d'écoulement de l'air d'au moins 1 L/s par m^3, pour refroidir le grain et maintenir sa température ainsi que sa teneur en eau à un niveau uniforme raisonnable. La ventilation forcée réduira la circulation d'humidité en diminuant les gradients de température à travers la masse entreposée. Lorsqu'on fait pénétrer de l'air chaud dans la cellule à l'aide d'un ventilateur, immédiatement après la récolte, à la fin de l'été ou en automne, on diminue la teneur en eau du grain d'au moins 1 à 2 %. Dans le cas de certaines cultures, telles que le colza canola, le fait de sécher le grain tant soit peu suffit à empêcher les dommages et à assurer une bonne conservation. Le colza canola est susceptible de se détériorer rapidement en entrepôt, même lorsque la teneur en eau des graines entreposées a atteint la norme de la catégorie ordinaire ou s'en approche. Un ventilateur de taille relativement petite suffit à prévenir tout dommage qui pourrait affecter les denrées entreposées. D'ailleurs, les coûts en énergie et les coûts d'installation initiale seront d'autant plus faibles que la taille du ventilateur sera petite.

Dès que le grain est entreposé, il faut mettre le ventilateur en marche pour introduire de l'air extérieur dans l'unité d'entreposage. On doit le laisser fonctionner jusqu'à ce que le grain ait atteint la température normale de l'air. La température du grain récolté par temps chaud est d'ordinaire supérieure de 6 à 8°C à la température de l'air. Il est préférable d'utiliser conjointement un ventilateur et un humidostat afin d'économiser l'énergie électrique et de contrôler l'humidité ambiante. Si le ventilateur est à commande manuelle, il faut l'arrêter lorsque la pluie et la brume persistent pendant plusieurs jours. Les insectes, les acariens et les moisissures qui causent des dommages aux grains entreposés commencent d'habitude à se multiplier dans les petits amas de grains gourds ou humides qui se forment dans les masses de grains de catégorie ordinaire. C'est pourquoi il faut éviter de laisser pénétrer trop d'air humide dans le compartiment les jours de pluie.

Lorsque la température de l'air approche 0°C, il faut inverser la circulation de l'air de sorte que l'air extérieur refroidisse le grain sans en diminuer la teneur en eau. Lorsque l'air est introduit dans la cellule d'entreposage par soufflage, la partie superficielle de la masse de grains est la dernière à se refroidir et à sécher. Ainsi, en examinant le grain à la surface, il est facile de vérifier si toute la masse est refroidie ou si le grain a commencé à se détériorer. À l'automne et en hiver, les dommages se manifestent d'abord à la surface et au centre de la masse, car c'est là où la condensation est la plus importante. Lorsque l'air est aspiré vers l'extérieur, la couche du bas est la dernière à se refroidir. Dans ce cas, il y a moins de risque que l'excès d'humidité se condense au centre de la couche superficielle et que le grain se détériore.

Mesures de prévention et de lutte contre les moisissures de conservation

Pour empêcher le développement des moisissures de conservation, il faut surveiller étroitement la teneur en eau et la température des grains au moment de l'entreposage, surtout dans des compartiments non ventilés. De temps à autre, il faut mesurer la température des graines. Le grain dont la teneur en eau ou la température sont élevées doit être séché ou refroidi par ventilation forcée (*voir* la section précédente). Il faut utiliser un épandeur pour disperser les grains brisés ou ratatinés, les graines de mauvaise herbes et les petites particules à l'intérieur de la masse. Il faut enlever la neige qui, poussée par le vent, pourrait favoriser le développement de moisissures. Lorsque le grain a déjà commencé à s'échauffer ou à se détériorer, il s'agit de tourner le grain dans un silo vide de façon à éliminer les zones humides et à refroidir la masse. D'autre part, on peut aussi ventiler ou sécher le grain. On doit toujours être accompagné lorsque l'on grimpe à l'intérieur ou sur le dessus d'une cellule d'entreposage. S'il est nécessaire de briser une croûte de moisissure à l'intérieur d'un compartiment ou de manipuler du grain détérioré, on doit porter un masque protecteur pour éviter de respirer les spores de moisissures.

Mesures préventives contre les infestations par les insectes

Il est facile de prévenir les infestations si l'on connaît exactement les conditions favorisant l'apparition des insectes. Des études ont révélé que la plupart des unités vides abritent une multitude d'insectes et d'acariens. Ceux-ci sont présents en outre dans les aliments du bétail, les camions et la machinerie agricole. Certains insectes peuvent aussi bien voler que marcher, ce qui leur permet d'infester plus facilement le grain entreposé. Le producteur doit donc appliquer certaines mesures préventives contre l'infestation et la détérioration du grain entreposé avant la récolte.

- Réduire les déchets en détruisant les mauvaises herbes dans les champs en culture. La présence de mauvaises herbes dans le grain favorise les infestations d'insectes nuisibles.
- Récolter le grain le plus sec possible, car les insectes, acariens et moisissures croissent rapidement dans le grain gourd.
- Nettoyer, réparer et rendre étanches les cellules vides. Brûler ou enfouir les déchets infestés.
- Éviter l'accumulation de déchets ou d'aliments à l'intérieur et à l'extérieur des lieux d'entreposage.
- Détruire les graminées et les mauvaises herbes à proximité des lieux d'entreposage.
- Ne pas entreposer le grain à proximité des aliments du bétail, ces derniers présentant un risque élevé d'infestation.

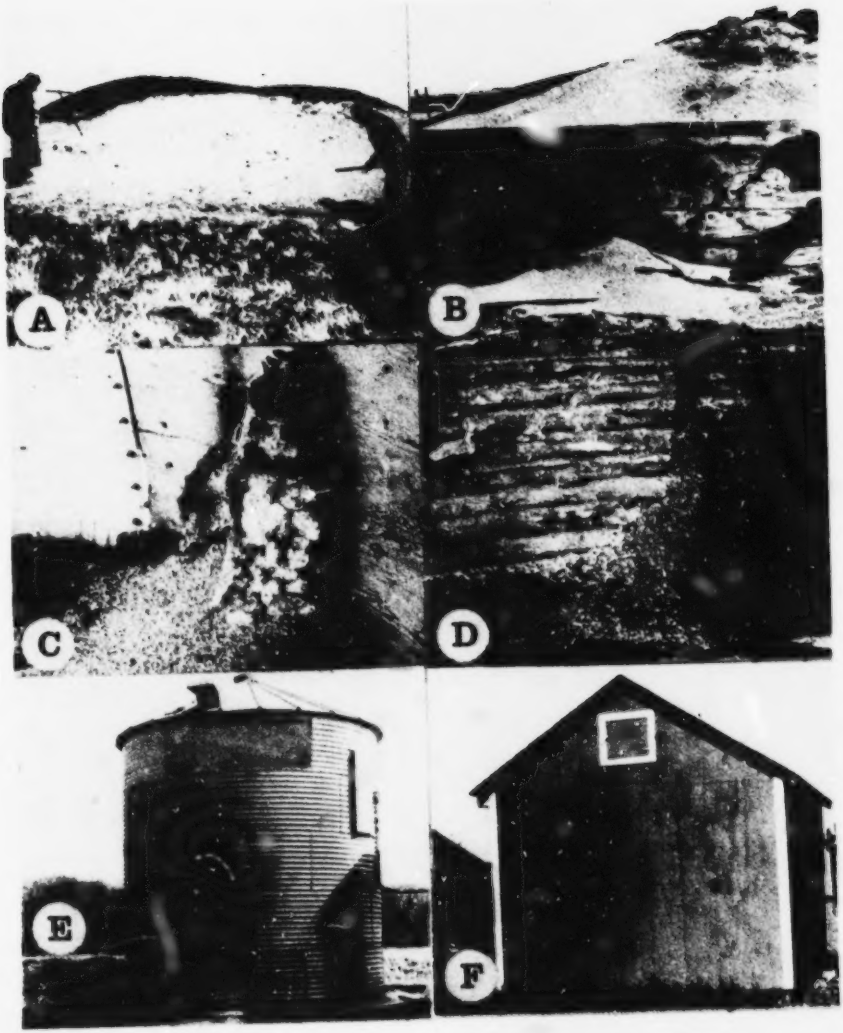


Fig. 2 Différents modes d'entreposage: *A*, amas à découvert (observer le phénomène d'encroûtement en surface); *B*, cellule en contre-plaqué à découvert; *C*, grain moisi près d'un joint à l'intérieur de la cellule en contre-plaqué; *D*, moisissure se formant sur le grain au niveau d'un joint à l'intérieur d'une cellule d'entreposage en acier; *E*, cellule en acier munie d'un système de ventilation; *F*, cellule en bois bien construite.

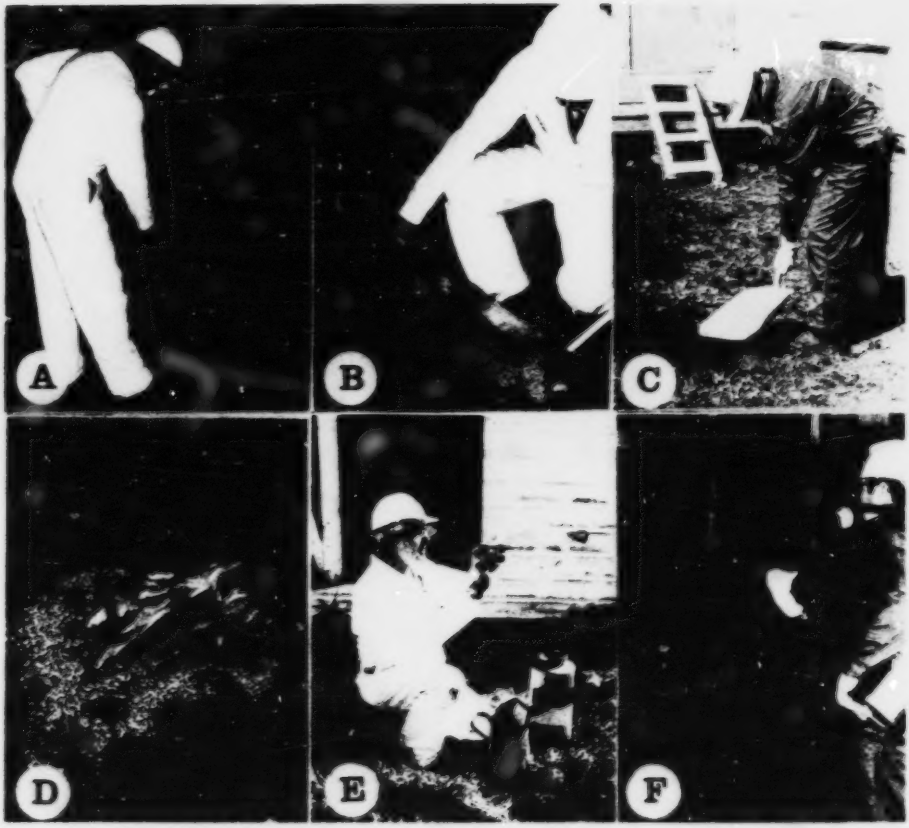


Fig. 3 Préparation de la cellule pour le stockage: *A*, balayage du plancher et des murs; *B*, ramassage des déchets; *C*, élimination des déchets infestés par enfouissement; *D*, élimination des déchets par combustion; *E*, dosage de l'insecticide; *F*, pulvérisation sur les murs (le plancher est traité de la même façon). Remarquer le masque et les gants.

- Pulvériser un insecticide approuvé sur les murs et le plancher environ 5 jours avant l'entreposage.
- Éviter de dépasser les sablières de la cellule d'entreposage en la remplissant, afin d'assurer une ventilation adéquate et un espace suffisant pour s'y glisser.
- Examiner toutes les 2 semaines le grain entreposé à l'état gourd en enfonçant la main à divers endroits pour déceler l'échauffement et l'encroûtement. Le grain frais et sec se détériore rarement. Enfoncer une tige de métal dans le grain pour vérifier l'encroûtement à diverses profondeurs.

La retirer après environ 2 min, puis la toucher avec le poignet ou la paume pour vérifier le degré d'échauffement.

- Toujours entreposer le grain dans des compartiments propres; les compartiments qui contiennent du vieux grain peuvent être infestés.

Mesures préventives contre les infestations par les acariens

- Veiller à ce que la teneur en eau des grains de céréales demeure inférieure à 12 % et celle du colza canola inférieure à 8 %.
- Lorsqu'il se forme, à l'intérieur de la masse de grain, des zones où la teneur en eau du grain varie de 15 à 16 %, il faut transvider le grain dans une autre cellule ou faire circuler de l'air extérieur à travers la masse.

DÉPISTAGE DES INFESTATIONS

Le producteur doit inspecter régulièrement les stocks entreposés, de façon à déceler les premiers signes d'infestation ou de détérioration. Prélever un échantillon toutes les 2 semaines afin de voir s'il y a infestation ou échauffement.

Pour dépister les infestations, passer un échantillon prélevé en surface dans un tamis n° 10 (4 mailles/cm). Prélever des échantillons en profondeur à l'aide d'une sonde. Chauffer les criblures pendant quelques minutes en cherchant avec attention toute manifestation d'insectes. Vérifier la température du grain en passant la main sur la surface de la masse et en y introduisant un tuyau métallique.

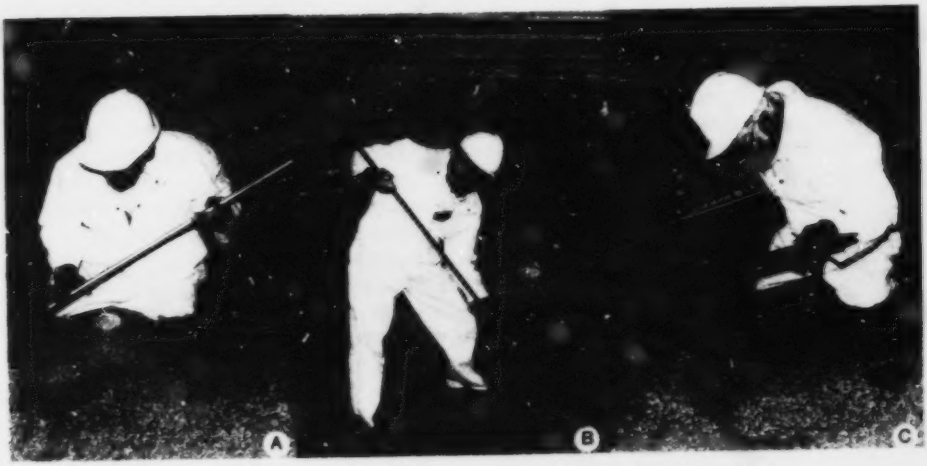


Fig. 4 Inspection du grain: *A*, tiges métalliques servant à déceler le grain échauffé; *B*, échantillon prélevé à l'aide d'une canne sonde; *C*, tamisage des échantillons pour en extraire les insectes.

Pour déceler la présence d'acariens, tamiser les échantillons à l'aide d'un tamis n° 30 (12 mailles/cm). Amener la poussière et les criblures à la température ambiante et les examiner à l'aide d'une loupe. Lorsque les acariens sont présents en grand nombre, ils donnent l'impression d'amas de poussière en mouvement. Il est toutefois difficile de déceler les faibles infestations.

Les insectes peuvent, de plus, être capturés à l'aide de cannes sondes ou de tuyaux munis d'ouvertures trop petites pour le grain, mais suffisamment grandes pour laisser passer les insectes. En été, des récipients de plastique remplis d'eau peuvent être placés sur le dessus de la masse entreposée pour prendre les insectes au piège.

LUTTE CONTRE LES INFESTATIONS

Il est nécessaire de lutter contre les infestations dès leur découverte si l'on veut éviter la contamination des autres cellules d'entreposage. Les mesures de lutte choisies dépendront de l'état et de la température du grain, des espèces de parasites présentes et de l'époque de l'année.

Traitement par temps froid et mesures sanitaires

Une façon efficace de lutter contre les infestations par les insectes consiste à abaisser la température du grain en hiver, soit (1) en transvidant le grain infesté d'une cellule à une autre; (2) en transvidant une partie du grain dans un camion et en le laissant refroidir au cours de la nuit pour ensuite le déverser de nouveau dans la cellule d'entreposage; ou (3) en utilisant un système de ventilation. À des température inférieures à 10°C, le développement des insectes est interrompu et ils cessent de se nourrir. À des températures inférieures au point de congélation, ils finissent par mourir. On peut exterminer le cucujide roux en maintenant la température du grain à -15°C pendant 2 semaines, à -10°C pendant 4 semaines ou à -5°C pendant 6 semaines. Puisque cette espèce est le parasite des grains entreposés le plus résistant aux basses températures, la plupart des autres insectes seront également détruits par la combinaison de la température et la période d'exposition. Si le producteur utilise un système de ventilation pour refroidir son grain en hiver, il doit l'utiliser de nouveau au printemps pour maintenir l'écart entre la température du grain et celle de l'air extérieur à 10°C ou moins. De cette façon, il réduira au minimum la condensation d'eau sur le grain.

Le nettoyage du grain est un autre moyen de combattre les infestations. Pour lutter contre les infestations par les lépidoptères, les acariens et les ptines, dans la zone superficielle de la masse de grain, ratisser le grain pour briser la croûte formée par les moisissures et le faire sécher. Enlever et détruire les parties infestées ou recouvertes de toiles.

Traitement aux insecticides de contact

Il est nécessaire d'éliminer les insectes qui infestent les cellules vides si l'on veut prévenir la détérioration du grain nouvellement entreposé. La

pulvérisation d'insecticides fait partie du traitement indiqué. On ne doit utiliser que les insecticides approuvés à cette fin et prendre toutes les précautions nécessaires lors de leur emploi (*voir* la section portant sur les précautions à prendre). Seul l'usage de ces insecticides est autorisé, car ces produits ont été sélectionnés en raison de qualités précises: faible risque de toxicité pour les mammifères et grande toxicité pour les insectes; pas d'odeur chimique conférée aux aliments; faible rémanence; sûreté, économie et facilité d'utilisation; quantités négligeables de résidus ou de produits toxiques laissées dans les aliments. Il faut consulter le représentant agricole local pour obtenir les informations les plus récentes, car la liste des insecticides recommandés et leurs doses d'application peuvent être modifiées d'une année à l'autre.

Les insecticides liquides et en poudre ne provoquent la mort des insectes que par contact et ils ne pénètrent pas dans les amas de grain ni dans la poussière sur les planchers. Il importe donc de débarrasser la cellule des déchets de céréales avant l'application.

Il existe diverses préparations d'insecticides et leur usage est fonction du type de cellule à traiter.

Dissoudre les concentrés émulsionnables dans de l'eau fraîche jusqu'à l'obtention d'une solution laiteuse; pulvériser immédiatement sur les surfaces de métal et de bois, de façon à éviter que les deux liquides ne se séparent. Les concentrés émulsionnables se dégradent plus rapidement et sont moins efficaces sur les surfaces de béton et de briques que sur le bois ou l'acier. En effet, la plupart des insecticides se dégradent en quelques jours sur le béton, mais peuvent demeurer actifs jusqu'à un an sur le bois ou l'acier. Éviter d'appliquer ces insecticides près des commutateurs et des boîtes à fusibles.

Mélanger les poudres mouillables à de l'eau fraîche dans un contenant distinct, puis verser le mélange dans le pulvérisateur. On peut appliquer la solution sur une surface de béton, de brique, de métal ou de bois. Elle laisse toutefois des taches blanches sur les surfaces peintes.

Pulvériser les surfaces de bois ou les surfaces métalliques et brumiser les compartiments d'entreposage en utilisant des insecticides en solution huileuse. Le cas échéant, utiliser de l'huile raffinée et désodorisée pour diluer les concentrés. La plupart des solutions vendues sur le marché sont déjà diluées et peuvent être appliquées près des commutateurs.

Par temps froid, il est préférable d'utiliser des solutions huileuses, car les solutions aqueuses risquent de geler. Toutefois, éviter de pulvériser les solutions huileuses sur le plastique et le caoutchouc.

Les planchers et les murs sont plus faciles à traiter avec une poudre qu'avec un liquide. À cette fin, utiliser une poudreuse ou balayer l'insecticide jusque dans les fissures.

Les graines oléagineuses en entrepôt absorbent les insecticides de contact qui recouvrent les surfaces traitées des cellules d'entreposage. Il faut donc éviter d'appliquer ces insecticides dans les cellules où l'on prévoit en entreposer. Si les lieux d'entreposage sont infestés, les balayer soigneusement, détruire les déchets et appliquer un peu d'insecticide à la jonction du plancher et des murs.

Si des parasites des denrées entreposées sont visibles sur les murs extérieurs de la cellule, pulvériser ces murs ainsi que le sol avoisinant. D'ailleurs,

même si ces insectes nuisibles ne se manifestent pas à la vue, il est prudent de pulvériser le grain renversé, le sol qui entoure la cellule de stockage et le dessous des cellules surélevées.

Précautions à prendre en pulvérisant

- Lire le mode d'emploi et l'observer rigoureusement.
- Vérifier soigneusement si les pulvérisateurs et les tuyaux n'ont pas de fuite.
- Prendre garde de ne pas renverser de l'insecticide.
- Utiliser un masque protecteur muni de filtres approuvés lors de l'application d'insecticide dans des enceintes fermées, par exemple, des cellules vides.
- Porter des vêtements protecteurs, des bottes de travail et des gants lors de la préparation de l'insecticide et de sa pulvérisation.

Dilution des concentrés

La quantité d'eau nécessaire à la dilution d'un concentré émulsionnable ou d'une poudre mouillable dépend de la quantité d'insecticide qu'ils contiennent et de la dose recommandée. Le calcul suivant permet de déterminer la quantité d'eau à ajouter à un concentré émulsionnable à 50 % pour obtenir une préparation à 2 %:

$$(50-2)/2 = 48/2 = 24$$

Ainsi, il faut ajouter une partie (0,2 L) de concentré à 50 % à 24 parties (4,8 L) d'eau pour obtenir une solution à 2 %.

La figure 5 indique la quantité d'eau qu'il faut ajouter à une partie de concentré émulsionnable ou de poudre mouillable pour obtenir une solution à 0,5 %, 1 %, 2 % ou 5 %.

Certains insecticides sont plus efficaces et plus rémanents que d'autres. Pour combattre le cucujide roux dans les cellules vides, utiliser une solution à 1 % et pulvériser environ 5 jours avant l'entreposage. Si l'entreposage ne doit commencer qu'un mois ou deux après la pulvérisation, utiliser une préparation à 5 % pour prolonger l'efficacité du traitement.

Appliquer l'insecticide à raison de 5 L/100 m^2 à l'aide d'un pulvérisateur portatif à pression, muni d'une buse comportant un orifice de 0,4 mm de diamètre pour les concentrés émulsionnables ou les solutions diluées dans l'huile, ou un orifice de 0,8 à 1,2 mm de diamètre pour les solutions de poudre mouillable.

La figure 6 précise la quantité de solution à pulvériser sur les planchers et les murs des cellules d'entreposage de différentes capacités.

Traitement du grain

Certains insecticides de contact permettent le traitement du grain au moment de l'entreposage. Un insecticide liquide est pulvérisé ou une poudre insecticide est mêlée au grain à un taux dépendant de la vitesse de la vis sans fin. Suivre les indications de l'étiquette. L'application d'une quantité excessive d'insecticide confère au grain une odeur chimique qui pourrait entraîner sa dépréciation. Le grain ne doit pas être vendu ni utilisé pour l'alimentation du bétail au cours de la période après traitement précisée sur l'étiquette.

Pour traiter le grain à l'aide d'une solution à 1 % d'un insecticide recommandé, appliquer à raison de 0,8 L/t de blé. Pour déterminer la quantité d'insecticide nécessaire et le débit d'application, consulter le tableau 2.

Tableau 2 Dose et débit d'application d'insecticide.

Débit (blé)		Debit d'application (solution)	
Tonnes par heure	Tonnes par minute	Litres par heure	Litres par minute
3	0,05	2,4	0,04
6	0,10	4,8	0,08
9	0,15	7,2	0,12
12	0,20	9,6	0,16
15	0,25	12,0	0,20

Les insecticides peuvent servir à protéger les grains entreposés contre les infestations ou à lutter contre les insectes déjà sur place. Le traitement est surtout efficace à titre de mesure préventive, pourvu que le grain soit entreposé dans de bonnes conditions et qu'il contienne moins de 15 % d'eau. Autrement l'insecticide se dégradera rapidement.

Fumigation du grain

Les fumigants sont des gaz toxiques parfois utilisés pour combattre les insectes nuisibles au grain entreposé. On les trouve d'habitude sous forme liquide ou solide. Étant nocifs aux humains et aux animaux de ferme, ils ne doivent être appliqués que par des personnes expérimentées. Éviter d'inhaler les vapeurs et suivre le mode d'emploi (*voir* la section portant sur les précautions à prendre).

On ne doit appliquer les fumigants que dans les conditions ou les circonstances suivantes:

- Il faut une personne éprouvée pour surveiller les opérations.
- La température du grain atteint au moins 5°C. (Les fumigants sont le plus efficaces à une température supérieure à 20°C.)

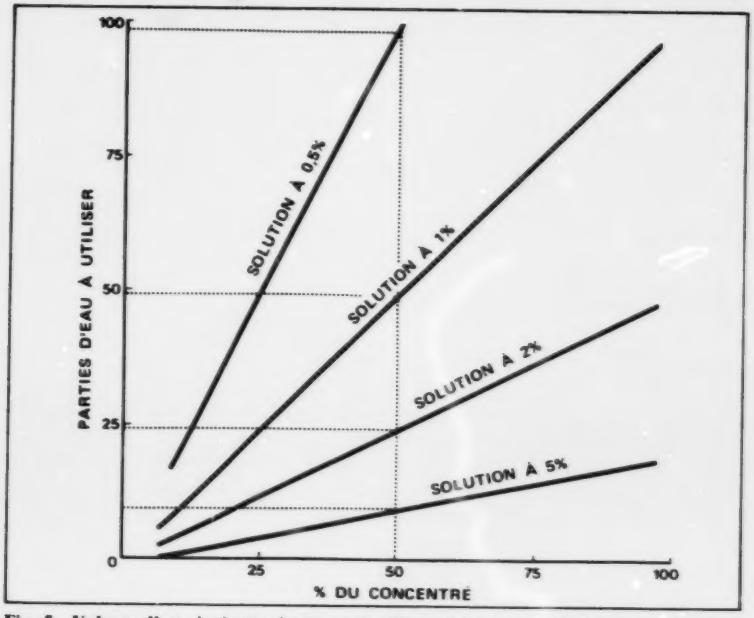


Fig. 5 Volume d'eau à ajouter à une partie d'insecticide pour obtenir une solution concentrée à 0,5 %, 1 %, 2 % et 5 %.

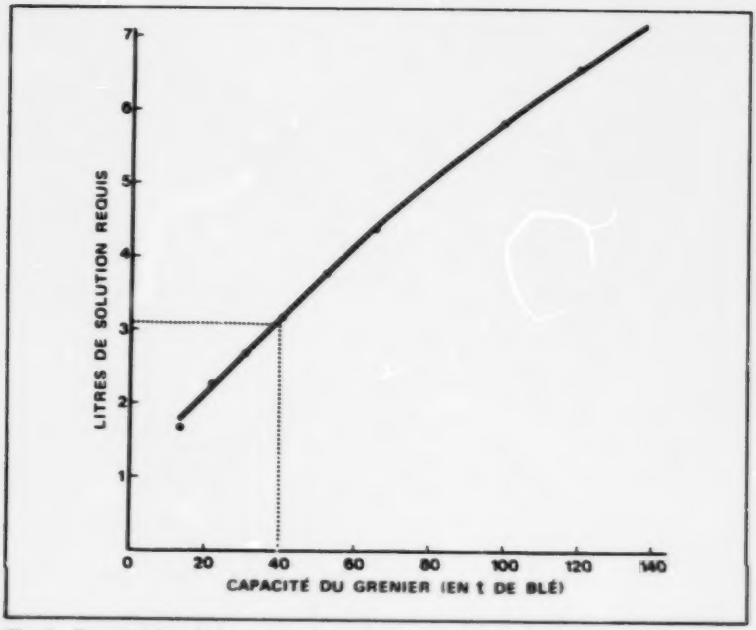


Fig. 6 Quantité de solution nécessaire au traitement de cellules d'entreposage de diverses capacités.

- Le grain infesté est entreposé dans une enceinte suffisamment étanche pour retenir les gaz.
- Il est nécessaire de traiter rapidement le grain contre une infestation avant de le vendre.
- On dispose des masques à gaz, des gants de caoutchouc et des vêtements protecteurs nécessaires.

Deux types de fumigants peuvent servir au traitement du grain entreposé. Les fumigants liquides sont pulvérisés en surface, versés sur le grain au moment de l'entreposage ou déversés dans des tuyaux enfoncés dans la masse entreposée. Quant aux fumigants solides, offerts sous forme de comprimés ou d'agglomérés sphériques, ils sont appliqués sur le grain au moment de l'entreposage ou introduits dans la masse stockée à l'aide de tuyaux.

Avant la fumigation, calfeutrer les fissures et autres ouvertures de façon à prévenir toute fuite de gaz. Pulvériser uniformément le fumigant liquide en surface, introduire dans le grain un fumigant solide sous forme de comprimés ou d'agglomérés à l'aide d'une sonde ou ajouter l'une ou l'autre de ces formes de fumigant au moment du transvidage des grains d'une cellule à une autre.

Pulvérisation en surface

Les cellules métalliques étanches nécessitent une dose moins élevée de fumigants que celles de bois. Par une ouverture dans la paroi répandre le produit de l'extérieur de la cellule sur la surface des grains sous forme d'un jet de grosses gouttelettes. Utiliser une pompe aspirante pour une application qui peut s'élever jusqu'à 50 L par cellule. Si la quantité de grain à fumiger est supérieure à 50 t, utiliser une pompe à engrenage ou tout autre pulvérisateur mécanique. Une pompe actionnée par un moteur à essence de 2611 W (3,5 hp) donnera un débit de 30 à 50 L/min à un pulvérisateur muni d'un boyau de caoutchouc de 3 cm de diamètre. Le fumigant, la pompe et le moteur doivent rester au niveau du sol. Commencer au fond de la cellule en avançant graduellement vers la porte.

Après usage, nettoyer soigneusement la pompe avec un solvant approprié.

Traitement localisé

Appliquer le produit directement sur les zones infestées, lorsque leur emplacement est connu. Pour les traitements aux fumigants liquides, utiliser des tuyaux métalliques de 2 ou 3 cm de diamètre percés d'ouvertures de 1 mm le long des 30 derniers cm. Enfoncer les tuyaux dans les zones infestées et à leur pourtour, et y verser le fumigant à l'aide d'un entonnoir.

Pour appliquer les comprimés et les agglomérés sphériques, choisir un tuyau de 1,5 m de longueur et de 3 cm de diamètre.

Traitement aux fumigants solides

Utiliser les comprimés ou agglomérés selon l'une des deux façons suivantes:

1) Les ajouter au grain à intervalles réguliers au moment du remplissage de la cellule d'entreposage.

2) Les laisser tomber dans un tuyau métallique enfoncé dans la masse de grains. Par exemple, dans le cas des cellules d'une capacité de 27 t, marquer la surface à l'aide de 12 pieux de bois équidistants. Près de chacun d'entre eux, enfoncer un tuyau de 3 cm de diamètre et de 1,5 m de longueur et y jeter un comprimé tous les 15 cm à mesure que l'on retire le tuyau. Commencer l'opération au fond du grenier en se rapprochant progressivement de la porte.

Précautions à prendre

En plus de respecter soigneusement le mode d'emploi sur l'étiquette, l'agriculteur devra prendre les précautions élémentaires suivantes:

- Toujours porter un masque à gaz.
- Toujours changer la cartouche du masque avant la fumigation. Utiliser le type de cartouche recommandé sur l'étiquette du fumigant employé. La cartouche tout usage assure une protection contre la plupart des fumigants, mais elle ne protège pas contre les fortes concentrations à l'intérieur des bâtiments.
- Dans la mesure du possible, appliquer les fumigants liquides très rapidement de l'extérieur de la cellule afin d'éviter une exposition excessive.
- Toujours travailler en compagnie d'au moins une personne.
- Porter des gants de caoutchouc et un casque protecteur.
- Retirer immédiatement les vêtements contaminés par le produit.
- Toute personne qui présente les symptômes d'une surexposition à un fumigant devrait être transportée à l'air libre. Appeller immédiatement un médecin. Ce genre d'intoxication se caractérise par des étourdissements, des troubles de vision, des vomissements et des douleurs abdominales.
- Après le traitement, clouer les portes ou les fermer à clé et boucher les orifices d'aération. Afficher des avis sur les portes.
- Au bout d'une semaine, mettre les ventilateurs en marche et attendre que l'odeur se soit dissipée avant de pénétrer dans la cellule. Plusieurs semaines d'aération peuvent être nécessaires par temps froid; prendre garde de ne pas respirer le gaz.
- Ne pas donner de grain traité aux animaux à moins qu'il n'ait été bien ventilé et qu'il ne dégage plus aucune odeur.

Fig. 7 Fumigation du grain: *A*, introduction du fumigant dans une boîte contenant une pompe aspirante; *B*, pulvérisation en surface; *C*, application localisée d'un fumigant liquide; et *D*, application localisée de comprimés de phosphide d'aluminium.

- Toujours tenir compte de la direction du vent. S'il souffle en direction d'une habitation ou d'un bâtiment du bétail occupé à proximité de l'enceinte à fumiger, attendre que le vent tombe ou change de direction.
- Ne pas fumiger par grands vents.
- Par mesure de sécurité, lorsqu'on fumige le grain à son entrée dans la cellule, se placer de manière à éviter que le vent ne souffle dans sa direction. De même, lorsqu'une cellule est en cours de fumigation éviter de se placer de telle sorte que le vent souffle le brouillard dans sa direction.

RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

Pour de plus amples renseignements sur les méthodes de lutte contre les infestations du grain entreposé à la ferme, vous pouvez écrire à l'adresse suivante: Station de recherche, Agriculture Canada, 195 Chemin Dafoe, Winnipeg (Man.) R3T 2M9, ou à l'entomologiste ou l'agronome du gouvernement de votre province.

Note: Les recommandations de cette publication s'applique aussi aux autres régions du Canada où on cultive et entrepose le grain. Le *Nemapogon granella* ne se trouve pas dans les Prairies mais on le rencontre dans l'est du Canada.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient R.W. Sims d'avoir préparé les photographies et les illustrations et J. van Loon, membre de la Commission canadienne des grains, d'avoir révisé la version française de cette publication.

NOMS COMMUNS ET SCIENTIFIQUES DES RAVAGEURS DES GRAINS ENTREPOSÉS

Calandre des grains	*Sitophilus granarius* (Linnaeus)
Cheylète cannibale	*Cheyletus eruditis* (Schrank)
Charançon du riz	*Sitophilus oryzale* (Linnaeus)
Ciron de la farine	*Acarus siro* (Linnaeus)
Cucujide dentelé des grains	*Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus)
Cucujide des grains	*Ahasverus advena* (Waltl)
Cucujide roux	*Cryptolestes ferrugineus* (Stephens)
Glycophage destructeur	*Lepidoglyphus destructor* (Schrank)
Psocidés	*Lepinotus reticulatus* Enderlein et autres espèces
Ptine velu	*Ptinus villiger* (Reitter)
Pyrale de la farine	*Pyralis farinalis* Linnaeus

Ténébrion meunier	*Tenebrio molitor* Linnaeus
Tarsonème des grains	*Tarsonemus granarius* (Lindquist)
Tribolium brun de la farine	*Tribolium confusum* (Jacquelin du Val)
Tribolium noir	*Tribolium audax* Halstead
Tribolium rouge de la farine	*Tribolium castaneum* (Herbst)
Lathridius	*Lathridius minutus* (Linnaeus)

FACTEURS DE CONVERSION

Unité métrique	Facteur approximatif de conversion	Donne
LINÉAIRE		
millimètre (mm)	x 0,04	pouce
centimètre (cm)	x 0,39	pouce
mètre (m)	x 3,28	pied
kilomètre (km)	x 0,62	mille
SUPERFICIE		
centimètre carré (cm^2)	x 0,15	pouce carré
mètre carré (m^2)	x 1,2	verge carrée
kilomètre carré (km^2)	x 0,39	mille carré
hectare (ha)	x 2,5	acre
VOLUME		
centimètre cube (cm^3)	x 0,06	pouce cube
mètre cube (m^3)	x 35,31	pied cube
	x 1,31	verge cube
CAPACITÉ		
litre (L)	x 0,035	pied cube
hectolitre (hL)	x 22	gallons
	x 2,5	boisseaux
POIDS		
gramme (g)	x 0,04	once
kilogramme (kg)	x 2,2	livre
tonne (t)	x 1,1	tonne courte
AGRICOLE		
litres à l'hectare	x 0,089	gallons à l'acre
	x 0,357	pintes à l'acre
	x 0,71	chopines à l'acre
millilitres à l'hectare	x 0,014	onces liquides à l'acre
tonnes à l'hectare	x 0,45	tonnes à l'acre
kilogrammes à l'hectare	x 0,89	livres à l'acre
grammes à l'hectare	x 0,014	onces à l'acre
plants à l'hectare	x 0,405	plants à l'acre